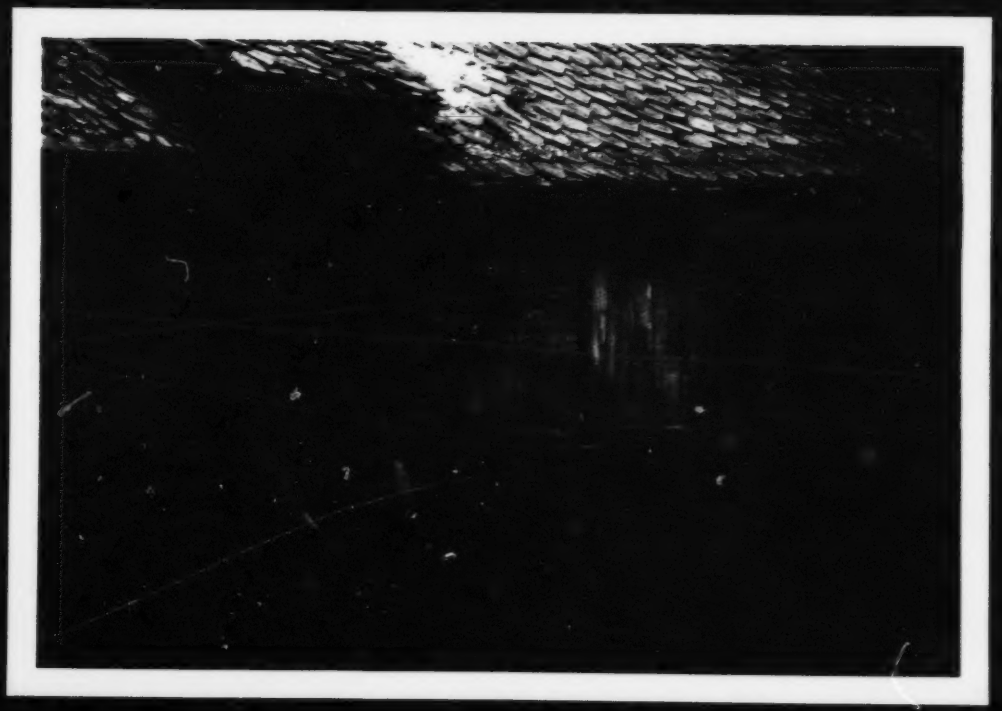
BÚSQUEDA

CIID 1988



Agua Dulce

Imperativo Humano

90-00935/

© International Development Research Centre 1989
P.O. Box 8500, Ottawa, Ont., Canada K1G 3H9

CIID, Ottawa, Ont., CA

IDRC-272s

Búsqueda : CIID 1988; agua dulce — imperativo humano. Ottawa, Ont., CIID, 1989. 44 p. : il.

/Abastecimiento de agua/, /necesidades de recursos hídricos/, /recursos hidricos/, /CIID/, /proyectos de investigación/, /países en desarrollo/ — /calidad del agua/, /agua potable/, /consumo de agua/, /participación social/, /educación sanitaria/, /agua subterránea/, /hidrogeología/, /contaminación del agua/, /bombas/, /tratamiento del agua/, /nueva tecnología/, /difusión de la información/, /bibliografía/.

CDU: 061.1(71) 551.48

ISBN: 0-88936-545-8
ISSN: 0120-1689

Se dispone de edición microficha.

This publication is also available in English.
Il existe également une édition française de cette publication.

A menos que se especifique lo contrario, las fotos han sido tomadas por personal del CIID.
Cubierta: La vida en los canales de Srinagar, en India.
Contraportada: El Movimiento Sarvodaya enseña a jóvenes mujeres en Sri Lanka la técnica de fabricar, instalar y dar mantenimiento a bombas manuales.

BÚSQUEDA

CIID 1988

Agua Dulce: Imperativo Humano

Introducción 3

Abastecimiento mundial 5

Agua para la población 7

Agua de la tierra 11

Transporte y almacenamiento 21

Prueba y tratamiento 30

Peligros del agua dulce 35

Información para especialistas 38

Conclusiones 41

Libros y películas 42

INTRODUCCIÓN

Para los antiguos, el agua era objeto de veneración. En esa edad de la inocencia, existía la creencia de que había cuatro elementos básicos: tierra, aire, fuego y agua. La Mitologa está repleta de fábulas sobre estos elementos, a los que se atribuía múltiples propiedades misteriosas. Durante los miles de años transcurridos desde entonces, el agua potable ha continuado siendo un elemento primordial para el ser humano, determinando sus asentamientos, actividades y festivales.

Hoy en día, en la era de la ciencia, no están a la moda ni mitos ni misterios y, al parecer, le hemos perdido respeto al agua. En todo el planeta vemos cómo la indiferencia, la ignorancia y la codicia de los hombres se conjugan para derrocharla, contaminarla, o desviarla, negándosela al vecino. Probablemente ningún otro recurso resulte tan preciado para algunos y sea objeto de tanta indiferencia para otros. El derecho internacional, la justicia y el sentido común exigen de los países generadores de agua una conducta responsable. Los países que reciben las aguas tienen derecho a ser protegidos contra la expoliación y desviación de las aguas, por lo que se refiere tanto a la calidad como al volumen de las mismas. Sin embargo, constantemente se arrojan desechos contaminados en ríos y lagos, y a veces en la atmósfera produciendo la lluvia ácida, como si la calidad del agua no le importara a nadie y los contaminantes fueran inocuos. En los países generadores de agua las actividades destructivas no se limitan al agua misma, observándose frecuentes interferencias con las cuencas normales. Los ríos se convierten en arrolladores torrentes.

Los antiguos ciclos naturales de lluvia y sequía, abundancia y escasez, salud y pestilencia, se ven así complicados y agravados por las actividades del hombre

Estudiantes de la escuela primaria Kakuyuni, en Kenia, explican con orgullo al Presidente del CIID, Ivan L. Head, la manera en que distribuyeron 5000 posturas en el marco de un proyecto local de silvicultura.

moderno. La efectividad de las soluciones que pueden aportar la ciencia y la tecnología se ve limitada en muchos casos. De nada vale perfeccionar técnicas para la conservación del agua, elaborar métodos para el reciclaje o eliminación de desperdicios, o diseñar bombas de mano eficientes si nuestros conocimientos y avances tecnológicos no van unidos a una mejor comprensión de la necesidad de aplicarlos, si se carece de recursos para llevar a la práctica estas medidas en gran escala, y si los gobiernos no se comprometen a adoptar políticas sensatas.

Esta publicación está dedicada al agua. Sin embargo, se debe recalcar que las discusiones sobre este tema no se limitan al agua misma. El CIID considera que las actitudes, conocimientos y conducta del ser humano son factores fundamentales a la hora de encontrar soluciones a los problemas relacionados con el agua. En algunos casos, podrían obtenerse mejores resultados con investigaciones serias. En otros casos, sólo cabe esperar que la humanidad brinde nuevamente al agua el respeto de que gozaba entre nuestros antepasados. Lamentablemente, la ciencia y la tecnología han tenido una influencia negativa al respecto. El supuesto erróneo de que la ciencia por sí sola puede resolver todo tipo de problemas ha llevado a los hombres a olvidar cuán débiles somos en realidad, reemplazando en muchos casos el sentido de humildad de nuestros antepasados con la creencia totalmente injustificada en la superioridad del ser humano.

El valor simbólico de la tierra, el aire, el fuego y el agua es actualmente tan importante para el medio ambiente como lo era en tiempos prehistóricos. A la manera de las más severas advertencias de los dioses de la antigüedad, la Comisión Brundtland nos previene hoy que la supervivencia misma de la especie humana depende del aprovechamiento racional de los recursos naturales.

En los últimos meses, el Presidente de la Comisión Brundtland ha transferido al CIID todos los archivos originales de la Comisión. La biblioteca de nuestro Centro ha asumido responsabilidad por la preservación y el manejo de este importante material. La información contenida en los mismos servirá de aliciente al Centro para canalizar sus esfuerzos. Estamos convencidos de que el informe de la Comisión servirá de estímulo para emplear la ciencia y la tecnología de manera inteligente, para que podamos vivir en armonía con los recursos hidrológicos del planeta.

Ivan L. Head
Presidente del CIID

ABASTECIMIENTO MUNDIAL

Después del oxígeno, la substancia más importante para la vida humana es el agua dulce. Sin ella los seres humanos no pueden sobrevivir más de 3 días. El agua representa el 67% del peso del cuerpo humano y el 90% del volumen corporal.

Solamente el 3% del abastecimiento total del agua del mundo es agua dulce; el resto es agua de mar. Gran parte del agua dulce del mundo está formada por glaciares y hielo polar, fuentes que mayormente no están disponibles para el consumo humano — con excepción del Inuit o esquimal que corta el hielo de un iceberg costero y lo transporta a su vivienda en motonieve para licuarlo y utilizarlo como agua potable. Análogamente, gran parte del agua subterranea del mundo se encuentra encerrada en formaciones profundas de las rocas, fuera del alcance de la tecnología humana tradicional.

Si bien constituye solamente una pequeña fracción del agua de la tierra, el suministro de agua dulce accesible que existe en nuestro planeta es más que suficiente para abastecer a una población mundial creciente, cuyo número llegó a 5.1 mil millones de habitantes en noviembre de 1988. El problema para los aldeanos, los habitantes de las ciudades, los gobiernos y los organismos de desarrollo consiste en transportar esta agua dulce donde se necesita, a un precio que se pueda pagar sin que su calidad se deteriore.

Ciclo hidrológico

El principal mecanismo del abastecimiento de agua dulce es el ciclo hidrológico mundial. Tanto la humedad de las masas terrestres como la de los mares del mundo se evapora dejando las sales. A continuación se forman las nubes y la humedad se precipita en forma de lluvia o nieve.

Esta agua de la atmósfera rellena los depósitos superficiales como los ríos y los lagos, rehumedece el suelo y recarga los acuíferos (estratos subterráneos de suelo permeable o roca). La mayor parte de la precipitación vuelve al mar directamente a través del flujo de agua subterránea costera o indirectamente a través de las corrientes que se dirigen al mar, completando de esta manera el ciclo hidrológico.

Los asentamientos humanos y el comercio surgieron a menudo allí donde el agua dulce era más accesible y abundante. Una de las cunas de la civilización, por ejemplo, surgió en las fértiles llanuras entre los ríos Tigris y

Fuente de agua para los faraones y elemento vital para la fertilidad agrícola, el Nilo es el río más largo del mundo.

Eufrates, en el actual Iraq. Su nombre clásico, Mesopotamia, procede de la frase griega que significa "entre ríos." Análogamente, la civilización egipcia se desarrolló a lo largo del fértil valle del río Nilo.

Sin embargo, a menudo la gente se asienta asimismo en regiones donde escasea el agua dulce, en algunos casos para evitar la enfermedad. En regiones de Africa Occidental, por ejemplo, la población rural se ha alejado de las zonas fértiles para evitar la ceguera fluvial, una enfermedad parasitaria trasmitida por las moscas negras que se procrean en aguas correntosas. En Chile y Perú, lo que atrae a la gente a la costa del desierto es la excelente pesca marítima.

Riqueza acuífera

La cantidad de agua teóricamente disponible para consumo humano es mucho mayor que la disponible en la práctica. La "riqueza" bruta per cápita de agua de diversos países está ilustrada en el Cuadro 1. Por supuesto, la densidad de la población, el lugar y las fluctuaciones anuales de la precipitación pluvial tienen gran influencia sobre la riqueza acuífera "real" de una nación.

En las regiones donde la precipitación anual es reducida y muy variable (por ejemplo, Africa sub-sahárica, Arabia Saudita, Irán meridional, Paquistán, India occidental, sudoeste de los Estados Unidos, y noroeste de México), la escasez de agua es un fenómeno común. En varias regiones del Sahel africano, que ha sufrido una sequía crónica debilitante, la precipitación anual promedio ha disminuido significativamente en los últimos 20 años.

La recolección mundial anual de agua dulce se calcula en 2.6 a 3.5 trillones de m^3. Con la menor de las dos

Cuadro 1. Disponibilidad anual promedio de agua dulce (de superficie y subterránea) en 20 países seleccionados.

País	Disponibilidad total ($m^3 \times 10^3$)	Disponibilidad per capita ($m^3 \times 10^3$)	País	Disponibilidad total ($m^3 \times 10^3$)	Disponibilidad per capita ($m^3 \times 10^3$)
Brazil	5190	36.7	Venezuela	856	46.9
URSS	4684	15.4	Malasia	456	28.0
Canadá	2901	111.7	México	357	4.3
China	2800	2.6	Sudán	130	1.3
Indonesia	2530	14.7	Irán	118	2.5
EE.UU	2478	10.2	Etiopía	110	2.4
India	1850	2.4	Perú	40	1.9
Bangladesh	1357	12.7	Botswana	18	0.8
Burma	1082	28.0	Kenia	15	0.7
Colombia	1070	35.7	Arabia Saudita	2	0.2

Fuente: *World Resources 1987* — informe del Instituto Internacional para el Medio Ambiente y el Desarrollo y el World Resources Institute (instituto de recursos mundiales), Washington, DC, EE.UU.

cantidades habría todavía suficiente agua como para llenar más de mil millones de piscinas de tamaño olímpico. De acuerdo a las estadísticas recopiladas por el World Resources Institute (instituto de recursos mundiales) y el Instituto Internacional para el Medio Ambiente y el Desarrollo en Washington, DC, el 73% de esta cifra total se dedica a la irrigación de cultivos, el 21% se destina a la industria y el 6% restante se utiliza para necesidades domésticas y recreativas tales como beber y lavar.

Estas proporciones varían de una región a otra según la base económica. Por ejemplo, el consumo de agua dulce de las industrias de la Europa oriental representa hasta el 80% del uso regional de este líquido. En cambio, la industria de Ghana representa solamente el 3% del uso total de agua dulce del país.

AGUA PARA LA POBLACIÓN

A pesar de que en relación con el consumo mundial de agua es pequeña su proporción, el agua dulce para fines domésticos, especialmente para beber, constituye una preocupación primordial de los países del Tercer Mundo y los organismos de desarrollo tales como el CIID. La razón es sencilla: el acceso a fuentes suficientes y fiables de agua limpia es crucial para la salud y el bienestar públicos.

En 1980 había en el mundo en desarrollo aproximadamente 1.8 millones de personas expuestas a enfermedades contraídas a causa del agua. Cada año, decenas de millones de personas se enfermaban de diarrea, disentería, cólera, fiebre tifoidea y otras enfermedades. Los

Caminata diaria en Kenia — largo recorrido en busca de un poco de agua.

niños son especialmente susceptibles a éstas — sólo en 1987 aproximadamente 4.5 millones de niños murieron de enfermedades diarreicas. Los casos de enfermedad y mortalidad podían haberse evitado combinando un mejor abastecimiento del agua y una mejor educación sobre la salud.

Si bien los seres humanos solamente necesitan unos cinco litros de agua cada día para cocinar y beber, de acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), la buena salud y la limpieza exigen otros 24 o 25 litros. En realidad, se puede plantear que para un gran sector pobre de la humanidad el primer requisito de la salud no es tener agua más limpia sino más agua. Aun el agua de potabilidad cuestionable (debido al alto contenido de sal, por ejemplo) podría ser suficiente para bañarse y para lavar la ropa, los utensilios de cocina y los platos, promoviendo por lo tanto la salud.

Una importante limitación en el consumo de agua lo constituye la distancia a la fuente. En muchos países del Tercer Mundo, son las mujeres y los niños quienes acarrean el agua, debiendo caminar varias horas por día sólo para llevar a sus casas 20 o 25 litros de agua, a menudo contaminada. En general, el consumo aumenta con la cercanía de la fuente de agua. Sin embargo, los estudios de recolección de agua realizados en Africa han demostrado que la educación no es tan simple y que se ha llegado a un "plateau." Cuando ir hasta la fuente en busca del precioso líquido y regresar a casa demora menos de 30 minutos, el consumo de agua se estabiliza. Solamente cuando se instala el agua en la misma casa o patio del consumidor, reduciendo el tiempo de recolección a un mínimo, el consumo aumenta significativamente. Todo esto muestra a las claras la enorme inversión que se requerirá para aprovechar al máximo los beneficios de la salud aportados por un mejor abastecimiento del agua.

Cuadro 2. Acceso (% de población) al agua potable (AP) y al saneamiento (SS) en varios países en desarrollo.

País	APW	SS
Argentina	64	84
Bangladesh	41	4
Botswana	57	36
Burma	26	21
Guinea	17	13
Haití	34	20
Indonesia	32	30
India	55	8
Irán	68	72
Kenia	28	45
Malasia	79	72
México	76	58
Perú	55	39
Rwanda	60	60
Arabia Saudita	91	82
Zambia	49	74

Fuente: *World Resources 1987* — informe del Instituto Internacional del Medio Ambiente y Desarrollo, y del World Resources Institute (instituto de recursos mundiales), Washington, DC, EE.UU.

Progreso de la Década del Agua

Las Naciones Unidas declararon la década de 1980 Década Internacional de Abastecimiento de Agua Potable y de Saneamiento (la "Década del Agua"). Y lo hicieron en base a la conexión probada entre el agua y la salud y el hecho de que tantas personas en el mundo en desarrollo carecían de agua potable y saneamiento apropiado.

El acceso al agua potable inocua y al saneamiento (retretes y letrinas) puede variar grandemente de un país en desarrollo a otro (Cuadro 2). Los datos de las Naciones Unidas para 94 países en desarrollo indican que, en 1983, el 74% de la población urbana tenía acceso a agua potable inocua, mientras que en la población rural esta cifra solamente alcanzaba el 39%. Respecto al acceso a

instalaciones sanitarias, los valores correspondientes fueron de 52 y 14%.

Según un informe de progreso sobre la Década del Agua, el abastecimiento de agua urbana y de saneamiento mantuvo su ritmo con el rápido crecimiento de la población entre los años 1980 y 1985, lográndose un verdadero progreso en el sector de abastecimiento rural de agua. Sin embargo, en el saneamiento rural, los países en desarrollo perdieron terreno. Huelga decir que todavía se debe llevar a cabo una enorme cantidad de trabajo para garantizar que toda la población tenga acceso al agua limpia y al saneamiento. Esta tarea ha sido y continuará siendo una de las mayores prioridades del CIID.

Requisitos para un abastecimiento adecuado

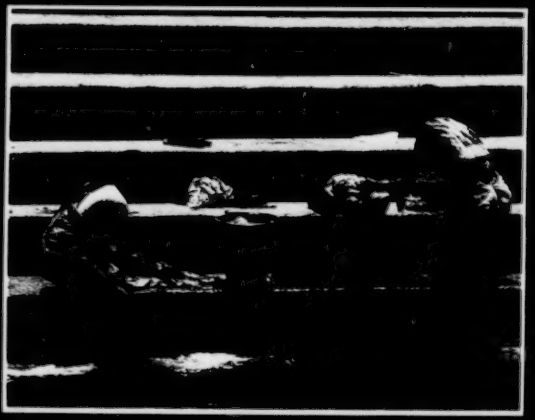
Para asegurar un abastecimiento y uso adecuados del agua potable es necesario cumplir con varios requisitos generales:

- tecnologías y materiales adecuados para detectar, recolectar, almacenar, purificar, probar y transportar el agua, así como prevenir su contaminación;
- personal capacitado para aplicar estas tecnologías e instalar y mantener el equipo necesario;
- coordinación general del abastecimiento de agua del país, incluyendo la supervisión y prueba regulares del agua; y
- cooperación, participación y educación públicas sobre el agua y el saneamiento.

Los países en desarrollo tienen considerables limitaciones financieras y técnicas para reunir estos elementos. El agua transportada por tubería es un buen ejemplo de ello. Si bien la red de tuberías urbanas tiene abundantes ramificaciones en los países en desarrollo, muchos residentes de barrios pobres y comunidades improvisadas no reciben servicio en absoluto. En las regiones rurales el costo de instalar agua transportada por tubería es enorme. Hasta que dicho servicio sea posible, las comunidades rurales y urbanas pobres del mundo deberán confiar en otras fuentes tales como pozos equipados con bombas manuales. Las pruebas para determinar la calidad del agua de los pozos existentes sólo se realizan esporádicamente, si es que se realizan alguna vez, debido a problemas logísticos y de costo. La adición de nuevos pozos a los inventarios nacionales significará una carga creciente para los servicios gubernamentales.

Así pues, existe una conciencia cada vez mayor de que la tarea de suministrar agua limpia a toda la población del mundo en desarrollo no puede ser realizada únicamente por los ministerios de salud pública, porque aun cuando cuentan con los fondos y el personal necesarios para cubrir

Fuente de agua contaminada en Sri Lanka. Mejorar la calidad del agua es casi imposible sin apoyo local.



los costos de equipo pesado e instalaciones pertinentes, los programas de agua raramente tienen éxito sin el apoyo y la participación locales. Los usuarios finales de la tecnología, especialmente las mujeres, deben participar en estas actividades desde el comienzo.

Por consiguiente, los gobiernos del Tercer Mundo y los organismos de desarrollo tales como el CIID acuden cada vez más a las organizaciones no gubernamentales (ONG) y a los beneficiarios para que asuman gran parte de la responsabilidad, especialmente de la mano de obra. Esta tendencia está ejemplificada por dos proyectos financiados por el CIID, uno en Egipto y el otro en Kenia.

Responsabilidad personal

Hay aldeas egipcias que enfrentan serios problemas de salud, especialmente enfermedades diarreicas y parasitarias trasmitidas por el agua potable contaminada. Los agentes patógenos abundan en un ambiente donde el desagüe de las aguas residuales de las casas es inadecuado y los niños defecan en las calles debido a que las letrinas están diseñadas teniendo en cuenta sólo a los adultos. Un estudio realizado en 1982 reveló que ni los aldeanos ni el personal sanitario local había sido bien informado sobre el saneamiento ambiental. Un estudio más reciente sugiere que las mujeres aldeanas no consideran la resolución de los problemas comunitarios como su responsabilidad personal.

Un proyecto de "investigación activa," financiado conjuntamente por las divisiones de Ciencias Sociales y Ciencias de la Salud del CIID está tratando de modificar dichas actitudes y conducta, con miras a que los aldeanos participen directamente en la mejora ambiental. Los

En el proyecto de irrigación en Mwea, Kenia, se construye una nueva casa de baños. Los habitantes de la aldea están decididos a eliminar la esquistosomiasis, enfermedad infecciosa causada por el agua.

científicos sociales del Centro de Investigación Social de la Universidad Americana en El Cairo están llevando a cabo este importante estudio en dos aldeas egipcias. Su objetivo es detectar las fallas que ocurren en la administración del agua y de los programas de saneamiento locales, así como incluir a las mujeres aldeanas en la planificación y mantenimiento de instalaciones.

El proyecto requiere la capacitación de líderes de aldea y de trabajadores de salud locales como comunicadores, cada uno de ellos a cargo de 30 viviendas. Su tarea será la de organizar a las mujeres aldeanas con miras a discutir los problemas del agua y proponer soluciones viables.

La lucha de la población contra la esquistosomiasis

En Kenia, otro de los estudios de dos comunidades, financiado por el CIID, ha demostrado recientemente el poder de la acción local. En este proyecto, el problema de la salud, objetivo de los investigadores del Kenya Medical Research Institute (instituto de investigaciones médicas de Kenia), era la esquistosomiasis, una enfermedad parasitaria del agua, común en las regiones irrigadas de los trópicos.

En una de las comunidades (el grupo de estudio), el promedio de infección era de 91% entre los niños y jóvenes de 5 a 19 años de edad. Se introdujo la educación sanitaria y los mismos aldeanos construyeron pozos, baños y letrinas, parcialmente con su propio dinero. En la segunda comunidad, el promedio de infección era de 64% en el mismo grupo de edad. Este grupo de aldeas sirvió como grupo de control; es decir, no hubo un programa de intervención.

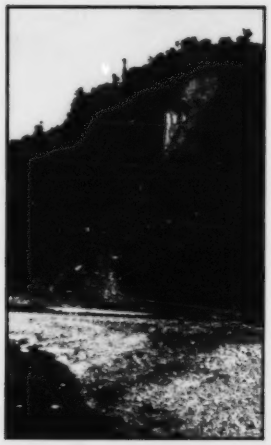
Ambos grupos fueron tratados eventualmente con drogas para reducir la tasa de infección producida por la esquistosomiasis a casi cero. Un año después, los resultados fueron sorprendentes. La tasa de infección entre los niños y jóvenes en la unidad objeto de estudio fue del 41%; en el grupo de control, fue del 77%.

AGUA DE LA TIERRA

El CIID estableció su Programa de Ciencias de la Tierra hace 5 años como núcleo de su nueva División de Programas Cooperativos. Como lo sugiere su nombre, los programas cooperativos fueron creados con el fin de promover el vínculo científico entre investigadores

canadienses y sus homólogos de los pasíes del Tercer Mundo. Desde entonces se han agregado otros programas de investigación al haber de la División. Para reflejar su importancia en las diversas ciencias de la tierra tales como la hidrología, la División cambió su nombre en División de Ciencias de la Tierra e Ingeniería.

Desde el comienzo mismo del Programa de Ciencias de la Tierra, el agua fue considerada como uno de los recursos geológicos más valiosos; por consiguiente, se convirtió en un punto prioritario de la investigación. A mediados de 1988, se establecieron unos 25 proyectos de investigación bajo la categoría de "agua en el ambiente." Estos proyectos incluían investigaciones de los recursos de agua subterránea urbanos y rurales, contaminación del agua potable, contaminación de ríos, erosión del suelo por la escorrentía, erosión de las márgenes fluviales, derretimiento de las nieves y de los glaciares, extracción del agua potable contenida en la niebla costera, y la explotación de la cuenca hidrológica. Esta sección describe una variedad de proyectos que tienen por objeto la comprensión de la dinámica de las fuentes de agua, especialmente el agua subterránea para beber, así como problemas de contaminación.



Deslizamiento de tierra en Nepal — el agua y el suelo pueden formar un dúo peligroso.

Predicción sobre el poderoso río Indo

En la cuenca del Indo viven alrededor de 125 millones de personas, la mayoría de ellas en las llanuras secas y subtropicales de Paquistán. El río Indo y sus tributarios irrigan sus campos, producen su electricidad y abastecen a sus ciudades con agua. Los glaciares y la nieve de los Himalayas son las fuentes de este gran sistema fluvial, y el ritmo con que se derriten afectan la agricultura de Paquistán, así como su industria y, de hecho, la calidad de la vida.

Aún en época tan reciente como en 1960, la mayoría de las aguas del Indo fluía sin obstáculos al océano Indico. Desde entonces, el río ha sido aprovechado en gran medida: se han construido un dique y sistemas de irrigación bajo la dirección de la Water and Power Development Authority (WAPDA, autoridad de desarrollo energético e hidráulico) de Paquistán.

Con una inversión tan grande en juego, la naturaleza y la variabilidad del flujo de la corriente procedente de las montañas se convirtió en una preocupación. En 1984, los ingenieros de WAPDA lanzaron un importante proyecto de investigación cooperativo de tres años con los hidrólogos canadienses de la Universidad Wilfrid Laurier de Waterloo, Ontario. El refinado trabajo de verificación meteorológica realizado en zonas de gran altura de los Himalayas ha permitido una comprensión más detallada de la dinámica de derretimiento de los glaciares y de la nieve.

Este proyecto ya se ha terminado y WAPDA está proyectando y discutiendo con el CIID una fase de ejecución de varios millones de dólares que serán financiados por la Agencia Canadiense para el Desarrollo Internacional (ACDI). Entre otras cosas, el proyecto de seguimiento crearía una red de gran altura, estaciones de verificación meteorológica para asegurar la predicción exacta del flujo fluvial. Por ello, Paquistán participará más en programas de conservación del agua y operaciones de sistemas de represas y de irrigación."

Perforaciones hechas al azar

Muy pocos países en desarrollo tienen la suerte de tener un río como el Indo, alimentado por la nieve para llenar sus necesidades e impulsar sus economías. Al tener solamente muy escasos recursos de agua de superficie, muchos países dependen en gran parte del agua subterránea. Al faltar los recursos financieros adecuados o la comprensión de las formaciones geológicas locales, los programas de perforación muchas veces se llevan a cabo al azar, con resultados decepcionantes. Sin embargo, los estudios hidrogeológicos adecuados pueden ayudar a eliminar el trabajo improvisado de prospección de agua.

Africa ha tenido un problema particularmente difícil con su abastecimiento de agua dulce, sobre todo para el consumo humano. Al decir de un experto, el continente tiene una "geología inadecuada que no permite encontrar fácilmente agua subterránea." El escudo africano posee relativamente pocas cuencas sedimentarias con buena agua subterránea y la mayoría de los acuíferos son pequeños e intermitentes o "discontinuos," dificultando la detección de pozos. De conformidad con el Programa de Ciencias de la Tierra, se están llevando a cabo una variedad de estudios para mejorar la comprensión de las formaciones que contienen agua y de sus sistemas de recarga naturales y para desarrollar técnicas de detección de pozos.

Uno de estos proyectos se concentra en Uganda, pequeño país del Africa oriental, donde solamente alrededor del 6% de los habitantes del sector rural del país tienen acceso a un abastecimiento de agua suficientemente libre de impurezas. La pequeña capacidad de almacenamiento de los acuíferos limita la disponibilidad del agua subterránea, especialmente en las regiones del norte y del oeste. Asimismo, en la estación seca, a menudo el agua de superficie se ve drásticamente reducida.

Básicamente la estructura geológica de la región septentrional consiste en un substrato de rocas de "basamento" cristalinas cubiertas por un manto continuo de roca subyacente intemperizada. El agua se encuentra en las fracturas de las rocas de basamento o en las rocas de fondo intemperizadas suprayacentes. Dada la

discontinuidad de estos acuíferos superficiales y de su pequeña capacidad de almacenamiento, la perforación ha causado a menudo pozos secos o de baja producción. Entre los años 1930 y 1980, se han perforado en Uganda aproximadamente 6000 pozos de sondeo. Sin embargo, un estudio realizado en 1981 indicó que hasta el 70% de estas fuentes de agua ha dejado de funcionar. Se estima que se necesitan entre 10 000 y 20 000 nuevos pozos de sondeo para asegurar un abastecimiento de agua seguro y fiable para la población rural de Uganda.

En 1980, coincidiendo con el comienzo de la Década del Agua de las Naciones Unidas, el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF) inició un programa de ayuda al gobierno de Uganda para rehabilitar los pozos existentes, así como para perforar otros nuevos. La perforación comenzó en 1984 y hasta la fecha, la producción de agua ha sido baja, comprobándose que uno de cada cinco pozos de sondeo estaban secos. A pesar de los resultados poco espectaculares, las operaciones de perforación brindan un contexto favorable para investigar los factores que hacen que una formación geológica pueda producir más o menos adecuadamente y restablecer un rendimiento suficiente.

En 1985, un equipo de investigación de hidrogeólogos ugando-canadienses, financiado por el CIID, se unió al UNICEF para aprovechar la oportunidad que brindaba el programa de perforación. El equipo canadiense está dirigido por dos científicos: un consultor privado experimentado en el sector de la hidrología y un profesor de geología de la Universidad de Toronto. El equipo de Uganda está formado por un ingeniero y un hidrogeólogo del Departamento de Desarrollo Hidrológico del Ministerio de Tierras, Minerales y Recursos Acuáticos de Uganda.

Según este proyecto cooperativo, los investigadores están registrando cada pozo de sondeo para estudiar sus características geológicas y geofísicas. Asimismo llevan a

Burkina Faso, país del Africa Occidental, es propenso a sufrir sequías y escasez de agua. Como se puede apreciar en la foto, aquí el caudaloso Volta Blanco ha visto reducido su tamaño al de un charco grande.

cabo pruebas para determinar la permeabilidad de las rocas que encuentran. Esta operación brinda información sobre la capacidad de contención de agua de la formación rocosa. Además, la edad del agua subterránea — y, por consiguiente, la renovabilidad de cada acuífero — está determinada por una refinada prueba de las muestras de agua para descubrir la presencia de isótopos químicos específicos. (Los índices de desgaste de ciertos isótopos son bien conocidos, aprovechándose para fines de datación.)

Los datos resultantes permitirán a los investigadores preparar un modelo conceptual del sistema hidrológico global del área del estudio. Esto, a su vez, permitirá a los planificadores y a los ingenieros predecir el comportamiento del sistema bajo diversas condiciones de precipitación fluvial y de bombeo. En un nivel práctico más inmediato, el proyecto producirá un mapa hidrogeológico y un conjunto de criterios para guiar a los ingenieros, planificadores del abastecimiento del agua, así como a los organismos de desarrollo en la localización de los pozos.

En la región del Sahel, propensa a la sequía, a 4000 km al oeste de Uganda, está situada la nación sin litoral de Burkina Faso. Su clima, geografía y geología se han combinado para hacer que la escasez crónica del agua sea todavía peor que la de Uganda. Las existencias de agua de superficie son mínimas y los pozos de sondeo constituyen una fuente importante de agua para pequeños pueblos y aldeas. El éxito promedio en la perforación de pozos de sondeo de baja productividad (menos de 5 m^3 de agua por hora) es aproximadamente del 70%; sin embargo, para pozos más grandes, este valor desciende al 15%. En condiciones tan inciertas la perforación constituye un riesgo.

Para que la prospección del agua se convierta en una actividad más definida, los científicos de la Universidad de Quebec en Chicoutimi están colaborando, mediante el apoyo del CIID, con sus homólogos africanos del Instituto de Ciencias de la Naturaleza, que es una dependencia de la Universidad de Ouagadougou. Al igual que los ugandenses, están tratando de establecer cuáles son las condiciones geológicas que contribuirán a una producción más elevada de agua.

Se está realizando un tercer proyecto, en la vecina Niger, con objetivos y enfoque similares, como una empresa de colaboración entre el Departamento de Geología de la Universidad de Niamey en Níger y el Laboratorio de Geoquímica Isotópica y de Geocronología de la Universidad de Quebec en Montreal. Otro subsidio de la División de Becas del CIID permite también a un joven investigador canadiense del equipo completar su tesis de doctorado en geología.

Adquiriendo hábitos de higiene adecuados en Tailandia.

En todos estos tres proyectos de agua subterránea, los investigadores africanos han tenido la ventaja de trabajar con los expertos canadienses en hidrología y métodos de investigación conexos.

Viviendo cerca de su abastecimiento de agua

Ya sea que usted resida en una ciudad fundada hace tiempo en el Norte o en una metrópolis en rápido desarrollo del Tercer Mundo, la degradación ambiental parece correr paralelamente a la industrialización y a la vida urbana. En América Latina, muchos ríos importantes corren a través de ciudades y zonas industriales. No es sorprendente que los ríos se contaminen fácilmente con residuos domésticos e industriales sin tratamiento, así como con productos químicos agrícolas.

Las personas que viven a lo largo de estos ríos a veces no tienen otra opción sino beber el agua no tratada. En zonas urbanas, los contaminantes penetran algunas veces en el sistema del agua potable como resultado de una presión negativa en las tuberías durante los cortes de agua. El agua urbana es habitualmente tratada en lo que a los residuos orgánicos se refiere, pero no respecto a los productos químicos. ¿Cómo afecta esta situación a la salud pública y qué sectores de la población corren el mayor riesgo?

Un equipo internacional de epidemiólogos, sicólogos, químicos y físicos está tratando actualmente de responder a esta pregunta. Con el apoyo de la División de Ciencias de la Salud del CIID están estudiando cómo está expuesto el ser humano a los metales pesados y a los pesticidas. Toda

la población que se está estudiando en Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela vive a lo largo de ríos contaminados.

Los investigadores han tomado muestras de sangre, orina y pelos para analizarlos, y han realizado un examen físico de los individuos. Los datos resultantes se están correlacionando con factores tales como la proximidad a la fuente de contaminación y al nivel de ingresos. Esencialmente los investigadores están brindando una instantánea científica del problema de la contaminación desde el punto de vista de la salud pública y abrigan la esperanza de que sus resultados inducirán a las autoridades nacionales a controlar mejor la contaminación de los ríos, así como a promulgar la legislación pertinente.

El mundo en desarrollo tiene numerosas "megaciudades" cuyo abastecimiento de agua está amenazado no sólo por la contaminación sino también por la explotación excesiva. Algunos de los ejemplos más conocidos de este problema son las ciudades de Bangkok, El Cairo, Dakar, México y São Paulo.

Las poblaciones urbanas a menudo crecen más rápidamente que el ritmo de instalación de servicios básicos tales como el agua y la electricidad. A medida que se expande alrededor del núcleo de la ciudad el círculo de barrios suburbanos, incluyendo los barrios pobres y los asentamientos de ocupación ilegal, hay confusión para encontrar nuevas fuentes de agua. Las más de las veces la solución es perforar nuevos pozos para aprovechar acuíferos, habitualmente de una manera no coordinada. Sin una comprensión adecuada de la geología subyacente de la zona, este desarrollo azaroso de fuentes de agua subterránea conduce a una serie de graves problemas, a saber: contaminación de fuentes domésticas e industriales, tierra que se hunde (o subsidencia del suelo), y, en el caso de ciudades costeras, la intrusión de agua salina.

El agua de superficie (de arroyos, ríos, lagos y represas) se contamina con mayor facilidad que el agua subterránea, pero en comparación puede limpiarse más rápidamente. Sin embargo, el agua subterránea puede ser afectada adversamente durante décadas una vez que los contaminantes han encontrado la manera de penetrar en el sistema hidrogeológico. En el caso de la intrusión del agua salina, la corrección del problema es muy costosa y a veces la situación es irreversible. Análogamente, la subsidencia de la tierra causada por el bombeo excesivo del agua subterránea de un acuífero es probablemente irreversible.

El Programa de Ciencias de la Tierra del CIID apoya una extensa red de proyectos de hidrología urbana en el mundo con objeto de ayudar a las grandes ciudades a administrar mejor sus recursos de agua subterránea. La red tiene por objetivo principal las florecientes ciudades de

América Latina, aunque también se están desarrollando grupos de proyectos en Africa y Asia. Se estima que en América Latina 100 millones de personas viven en grandes ciudades; y solamente la mitad tiene acceso a agua limpia. Actualmente el CIID está apoyando una investigación de agua subterránea urbana en la ciudad de México, en São Paulo, Brasil, y Montevideo, Uruguay. Se están examinando se también propuestas de varios otros países.

La ciudad que se hunde

Quizá el ejemplo más dramático de los problemas y la solución del abastecimiento de agua que afrontan los residentes de la ciudad y los especialistas del abastecimiento del agua lo constituya la ciudad de México. Con una población de 18 millones de habitantes, la capital de México ya es la ciudad mas grande del mundo y se espera que llegue a tener 25 millones de habitantes para el año 2000. Esto significa, y continuará significando, enormes demandas sobre los recursos de agua subterránea del valle de México en el que se asienta la ciudad.

El bombeo excesivo para extraer agua de los acuíferos del valle ha conducido a una grave subsidencia del suelo desde los años 1940. Al agotarse los acuíferos de superficie, el agua de las arcillas suprayacentes es succionada también. La presión reducida del agua subterránea tiene como consecuencia la compresión de las arcillas, un proceso lento llamado "consolidación." Esto a su vez causa el hundimiento gradual de la tierra en la superficie.

Con una base tan inestable, los edificios de la ciudad comienzan a hundirse, a menudo en forma desigual, las tuberías principales de agua para el abastecimiento del público y las alcantarillas se resquebrajan y las características naturales del drenaje se modifican. A todo esto hay que añadir el factor geológico, por otra parte no relacionado, de que la ciudad de México está situada sobre una zona sísmica. El resultado es una fórmula para el desastre tal como lo ha demostrado el terremoto catastrófico de 1985 en el que murieron o resultaron heridas miles de personas y fueron destruidos miles de edificios. Es una triste ironía que varias bibliotecas y archivos que contenían importante información sobre la hidrogeología del valle de México hayan sido destruidos en este terremoto.

En 1985, antes de que se produjera el terremoto, un equipo de investigadores del Instituto de Geofísica de la Universidad Nacional Autónoma de México y del Instituto de Investigaciones del Agua Subterránea de la Universidad de Waterloo en Canadá habían estado estudiando los recursos de agua subterránea de la ciudad. De los archivos

disponibles se presumió que solamente el 30% del agua de la ciudad provenía de acuíferos, mientras que el resto derivaba de fuentes de superficie. Se pensó también que bajo la ciudad había dos acuíferos relativamente delgados entre los que existía arcilla y que los índices de reciclaje eran insuficientes para permitir una expansión continua del abastecimiento del agua. La perspectiva de que la ciudad más grande del mundo iba a carecer de agua era realmente alarmante, induciendo a los científicos mexicanos y canadienses a aunar esfuerzos.

Tras el terremoto de 1985, el gobierno decidió averiguar más detalles sobre la geología del Valle y por consiguiente tramitó con la corporación petrolífera estatal, PEMEX, la perforación de una variedad de pozos, algunos de hasta 3000 m de profundidad. El equipo de investigación apoyado por el CIID ya había comenzado su trabajo, con lo que se estaba en excelente posición de utilizar estos pozos para averiguar más datos sobre los acuíferos de la ciudad.

Los descubrimientos recientes efectuados por el equipo del proyecto son dramáticos. Felizmente, describen un cuadro optimista de las perspectivas de la ciudad de México respecto al abastecimiento del agua. La noticia alarmante dada a conocer por los investigadores es que la ciudad de México dependía mucho más de los recursos del agua subterránea de lo que se admitiera previamente. Probablemente esto explique la gravedad del problema de subsidencia. Los investigadores descubrieron que el 93%, y no el 30%, del abastecimiento de agua de la ciudad procedía de acuíferos.

La buena noticia es que las estructuras subterráneas que contienen agua parecen mucho más grandes de lo que se pensó previamente. Las observaciones indican que, más bien que dos delgados acuíferos cerca de la superficie, existe un estrato acuífero muy grande bajo la ciudad. En ciertos lugares se extiende hasta los 2000 m de profundidad, estando su parte inferior compuesta por una gruesa capa de sedimento y rocas volcánicas. En niveles más bajos, existe también evidencia de circulación de agua.

Estas conclusiones implican que, mediante la perforación de pozos más profundos, la ciudad de México podría aprovechar una fuente grande y hasta ahora inexplorada de agua subterránea, lo que ayudaría a asegurar las necesidades de agua de la población creciente durante décadas y evitaría la sobreexplotación de la sección más superficial de acuífero. Asimismo, debido a la profundidad de la fuente, la ciudad podría proteger mejor el agua de la contaminación industrial.

Todavía hay más noticias buenas. Los investigadores también descubrieron que las arcillas compresibles

Niña recogiendo agua para su familia en una barriada pobre de Santiago, Chile.

mencionadas anteriormente solamente aparecen cerca de la superficie. Por lo tanto, la explotación de pozos más profundos evitaría nuevas subsidencias de la tierra.

Estas conclusiones preliminares son muy estimulantes. Sin embargo, se necesitan más investigaciones para brindar un nuevo modelo matemático del sistema hidrológico del valle de México. Esto ayudará a brindar a la administración del abastecimiento de agua de la ciudad de México una base más sólida.

La dinámica de contaminación

En São Paulo, Brazil, otros investigadores del Instituto de Investigaciones de Agua Subterránea de la Universidad de Waterloo están colaborando con el Instituto de Geociencias de la Universidad de São Paulo para observar la contaminación de aguas subterráneas causada por los sitios de eliminación de residuos o efluentes. Las propiedades eléctricas del agua contaminada difieren de las del agua no contaminada. Utilizando este fenómeno para su beneficio, los científicos de Waterloo han sido anteriormente los pioneros del desarrollo de técnicas geofísicas relativamente económicas para detectar y rastrear los contaminantes del agua.

Trabajando con los brasileños, el equipo de la Universidad de Waterloo está aplicando los nuevos métodos al ambiente de São Paulo. El nuevo conocimiento adquirido de los efectos de los contaminantes sobre la calidad del agua subterránea debería mejorar la administración de los residuos en una de las ciudades más contaminadas e industrializadas del mundo en desarrollo. Los últimos beneficiarios de esta investigación serán los 7 millones de residentes de São Paulo (la mitad de la población) que dependen de los pozos locales para obtener agua potable.

Aproximadamente 1500 km al oeste de São Paulo, la ciudad costera industrial de Montevideo, Uruguay, también depende cada vez más del agua de acuíferos; la erosión del suelo agrícola ha disminuido severamente la cantidad de agua disponible de las represas en la cuenca del río Santa Lucía. Sin embargo, el uso excesivo del agua subterránea ha reducido el nivel freático y el agua salada comienza a contaminar el agua subterránea. Los investigadores financiados por el CIID han estado estudiando los acuíferos y las fuentes de contaminación de Montevideo, con objeto de controlar el nivel freático y la calidad del agua.

En Africa occidental, investigadores en Senegal y Benin también han estado investigando la intrusión del agua salina, así como otros problemas de acuíferos urbanos. En Tanzania, las divisiones de Ciencias de la Salud y de Ciencias de la Tierra e Ingeniería están apoyando al instituto Ardhi en sus investigaciones de la contaminación

del agua en la ciudad capital de Dar es Salaam. Recientemente los investigadores han comenzado un estudio de 2 años para averiguar la relación que existe entre las letrinas de pozo y la contaminación del agua subterránea y del agua de tuberías.

TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO

Las estructuras para transportar y almacenar el agua figuran entre las hazañas más duraderas e impresionantes de la ingeniería de la civilización pre-cristiana. Los acueductos y baños romanos, los "tanques" o depósitos de irrigación de la antigua Sri Lanka, los pozos profundos del Valle del Nilo, y las cisternas de Cartago constituyen sólo algunos ejemplos. Sin embargo, a pesar de las maravillas tanto de la ingeniería civil antigua como la del siglo XX, gran parte de la humanidad continúa dependiendo de tecnologías hidrológicas muy simples. Los pozos, ya sean excavados a mano o perforados o excavados mecánicamente, constituyen la principal fuente del agua para uso doméstico. Un simple cubo o balde atado a una cuerda o poste sirve a menudo como recipiente de recolección. El trabajo monótono y agobiador de sacar y transportar el agua lo realizan habitualmente las mujeres y los niños, y esta tarea puede significar varias horas de caminata por día.

Mujeres senegalesas extrayendo agua — un pozo al descubierto representa un peligro para que el agua se mantenga potable.

¿Qué es el CIID?

El Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID) es una corporación creada por el Parlamento de Canadá en 1970 para estimular y apoyar la investigación científica y técnica realizada por los países en desarrollo para su propio beneficio. Aunque el CIID es financiado enteramente por el Parlamento canadiense, al cual le rinde cuentas cada año, sus operaciones son dirigidas por un Consejo de Gobernadores de carácter internacional, compuesto por 21 miembros. Según la ley que lo creó, el presidente del consejo, el vicepresidente y otros 9 gobernadores deben ser ciudadanos canadienses; en la práctica, 7 de los 10 restantes provienen de países en desarrollo.

Los programas del Centro ayudan a los países en desarrollo a consolidar la capacidad científica de sus instituciones e investigadores de manera que puedan trabajar hacia la solución de sus problemas. También ofrecen oportunidades para que los investigadores amplíen su experiencia mediante trabajos prácticos o estudios avanzados.

El CIID subraya la función del científico en el desarrollo internacional y estimula a los países del Tercer Mundo para que utilicen el talento de sus comunidades científicas. Constituir una base local fuerte para la investigación futura es objetivo importante de la mayoría del trabajo auspiciado por el CIID. Los proyectos de investigación son identificados, diseñados, dirigidos y administrados por investigadores de los países en desarrollo en sus propios países y de acuerdo con sus propias prioridades.

El CIID ayuda a crear y apoya redes internacionales de investigación por medio de los cuales los países en desarrollo pueden aprender entre sí, compartir experiencias comunes y realizar estudios similares en áreas de interés mutuo. También promueve la cooperación entre investigadores de los países en desarrollo y sus contrapartes canadienses mediante los llamados proyectos cooperativos.

Proyectos Cooperativos

La mayoría de los fondos del CIID contribuyen a la investigación concebida, administrada y ejecutada por científicos del Tercer Mundo. El Centro apoya también la colaboración de científicos del mundo en desarrollo y sus contrapartes en Canadá — ya sean de la esfera académica, oficial o privada. Los proyectos cooperativos pueden versar sobre cualquiera de las áreas de investigación apoyadas por el CIID, siempre que Canadá tenga experiencia reconocida en las mismas.

Programas de Investigación

Ciencias Agrícolas, Alimentos y Nutrición — En este grupo de ciencias relacionadas, el énfasis está en los sistemas agrícolas, la silvicultura social en zonas áridas y semiáridas, y en la acuicultura. Entre las áreas específicas de apoyo se incluyen las fuentes alimenticias previamente descuidadas, como las raíces o tubérculos, las leguminosas y las oleaginosas; la silvicultura (siembra conjunta de árboles y cultivos); los sistemas de cultivo múltiple; la mejora de las pasturas; el uso de alimentos no convencionales; la cría de peces y crustáceos; los sistemas de post-producción para la preservación, procesamiento y distribución de los cultivos alimenticios, la fruta y el pescado; y la economía de la producción y el mercadeo agrícolas a pequeña escala.

Ciencias de la Salud — El apoyo de la División de Ciencias de la Salud se concentra en tres amplias áreas de investigación aplicada: servicios de salud y comunitarios, sistemas de salud, y salud ambiental.

Ciencias Sociales — En esta división se apoya la investigación destinada a mejorar la comprensión de los aspectos sociales y económicos relacionados con el desarrollo internacional, permitiendo a investigadores formuladores de políticas el diseño de opciones políticas en varias áreas temáticas. Estas incluyen: educación, demografía y problemas de la mujer, política urbana, desarrollo rural, administración de recursos, ambiente, energía, economía, política científica y tecnológica, y política pública.

Ciencias de la Tierra e Ingeniería — Esta División apoya la investigación en tres áreas principales: un programa tendiente a ayudar a medianas y pequeñas empresas de países en desarrollo a crear empleos, el programa de

ciencias geológicas, que se concentra en hidrología, hidrogeología, geotécnica y tecnologías mineras de pequeña escala y un tercero cuyo tema principal es la vivienda y que apoya la investigación sobre el uso de recursos locales para producir materiales y técnicas de construcción mejoradas de bajo costo.

Ciencias de la Información — Esta división ayuda a los países en desarrollo a establecer sistemas de información regionales y nacionales y a mejorar la infraestructura bibliotecaria a estos niveles; a participar en redes internacionales de información; a crear centros de información especializada (regionales o globales) sobre temas de desarrollo; a fortalecer los programas de información sectorial, especialmente de agricultura, salud demografica, industria, medio ambiente, cartografía y aspectos sociales; y a desarrollar herramientas y métodos de información. El grupo de sistemas computarizados de la División presta servicios internos y distribuye un paquete de programación bibliográfica diseñado por el CIID, a los países en desarrollo. Además, una biblioteca y una unidad de micrografía prestan servicio al personal del CIID, a la comunidad canadiense relacionada con el trabajo de desarrollo y a los proyectos aprobados por el Centro.

Comunicaciones — La División aspira a fortalecer la capacidad de las instituciones de investigación de los países en desarrollo para preparar y diseminar información científica y técnica, particularmente sobre proyectos apoyados por el CIID. Los servicios de la División incluyen también la publicación y diseminación de los resultados de la investigación apoyada por el CIID mediante impresos o medios visuales, relaciones públicas y traducción.

Becas — Esta División financia la capacitación de científicos, administradores y planificadores jóvenes o experimentados del Tercer Mundo, que trabajan en sectores atendidos por las divisiones de programa del CIID. Se da preferencia a los individuos de países menos desarrollados y se coloca énfasis en la mejora profesional más que en la capacitación básica. Además, esta División apoya capacitación práctica en grupo, no conducente a título, para mejorar la investigación técnica y las habilidades administrativas de los individuos. Una parte de sus fondos se emplea asimismo en estimular la participación de jóvenes investigadores canadienses en áreas científicas de importancia para el CIID y en exponerlos a los problemas del mundo en desarrollo. Estos estudiantes de doctorado son ubicados en un país del Tercer Mundo para realizar estudios, investigaciones o trabajar.

Financiación y Selección de Proyectos

Cada división de programa canaliza fondos a instituciones en los países en desarrollo (departamentos oficiales, universidades, centros de investigación, etc.), a instituciones internacionales y regionales y a instituciones canadienses. Se espera que los beneficiarios asuman una porción de los costos.

Todos los proyectos son analizados por profesionales del CIID y evaluados a la luz de factores tales como:

- Prioridad de desarrollo: ¿Es la propuesta consistente con las metas nacionales o regionales de desarrollo?
- Aplicabilidad regional: ¿Serán los hallazgos científicos aplicables en países o regiones en desarrollo distintas de aquella en la que se lleva a cabo la investigación?
- Utilidad: ¿Ayudará la investigación a cerrar las brechas en los niveles de vida o a disminuir la desigualdad de desarrollo entre las áreas urbanas y rurales?
- Recursos locales: ¿Hará el proyecto uso total de los recursos locales y los investigadores de la región?
- Capacitación: ¿Resultará el proyecto en investigadores mejor capacitados y más experimentados y en instituciones de investigación más efectivas?
- Area de investigación: ¿Encaja el proyecto investigativo dentro de las áreas de concentración del CIID?

Cuando el CIID acuerda financiar un proyecto, suscribe un convenio con la institución del país en desarrollo. En éste se estipula el propósito del proyecto, los métodos de investigación, los pagos, y un programa para los informes de investigación y progreso.

¿Desea sopa de pato? Sólo es necesario añadir agua . . . pero no permita que los animales contaminen el pozo.

La opción de la bomba manual

Los países del Tercer Mundo tienen millones de pozos de aldea. Por razones de acceso, muchos se dejan sin cubrir, expuestos a la contaminación producida por las personas, los animales de granja y los residuos. Sin embargo, en las últimas décadas las bombas eléctricas o diesel importadas y las manuales han mejorado el cuadro del agua rural, haciendo que la recolección del agua sea más eficiente y reduciendo el riesgo de contaminación.

Lamentablemente, estas importaciones de hierro fundido no han resistido bien el uso diario en la aldea. Por ejemplo, una bomba de mano diseñada para uso ligero en el Japón o Canadá no resistirá el castigo infligido por 50 familias etíopes extrayendo agua durante todo el día. En consecuencia, bombas oxidadas y rotas, abandonadas por falta de dinero para comprar repuestos, constituyen un elemento común en las localidades rurales de los países en desarrollo.

Desde el punto de vista mecánico, las bombas manuales son simples. Se podría pensar que designar la bomba "ideal" del Tercer Mundo (una que pudiese ser manufacturada en el país o en la región y operada y mantenida por los aldeanos) sería relativamente fácil. Sin embargo no es así. La simplicidad de una tecnología exitosa a menudo oculta la complejidad de la concepción y de la investigación necesarias para su diseño. Una bomba manual apropiada debe ajustarse a muchos factores: la capacidad de los usuarios para pagar, la disponibilidad local de los materiales fabriles, las capacidades de reparación, las creencias y prácticas locales, las preferencias estéticas, el número de usuarios, y hasta las condiciones meteorológicas locales. En este sentido, no hay una bomba manual que se ajuste idealmente a todos los países.

Durante 12 años hasta la fecha, la División de Ciencias de la Salud del CIID ha estado apoyando el desarrollo de varios modelos de una bomba manual "simple" que tiene cabalmente en cuenta las necesidades de los usuarios. Los componentes subterráneos de la bomba se hacen en su mayor parte de plástico hecho de cloruro polivinílico (CPV), que es fuerte, ligero y está ampliamente disponible en el mundo en desarrollo. Además, el plástico de CPV no se oxida ni da al agua mal sabor. Basándose en un prototipo anterior de la Universidad de Waterloo, Ontario, Canadá, se han probado o se están probando varios diseños de bomba manual de CPV en 13 países de Asia, Africa y América Latina. Actuellemente, dos se están produciendo en serie en Malasia y Sri Lanka, habiéndose instalado miles de estas bombas.

En términos de ingeniera y diseño, la serie de bombas manuales malasias UNIMADE es la más lograda de la red

mundial patrocinada por el CIID. El último modelo, la serie UNIMADE D, es la cuarta generación de bombas producida en la Universidad de Malaya en Kuala Lumpur.

Son especialmente dignos de mención dos proyectos de bombas manuales recientemente aprobados. En primer lugar, en China se ha otorgado a la Academia de Ciencias de Mecanización Agrícola un subsidio del CIID para investigar la posibilidad de fabricar las bombas UNIMADE en gran escala. En segundo lugar, en Sri Lanka, una ONG llamada Sarvodaya está expandiendo su programa de bombas manuales financiado por el CIID en otras regiones secas del país. Sarvodaya ha diseñado la bomba manual SL5 de gran éxito y ha capacitado a equipos de jóvenes mujeres para fabricar, instalar y reparar las mismas. Conforme a la nueva fase de trabajo (financiada por el CIID y la ACDI, Sarvodaya está capacitando a un nuevo grupo de mujeres técnicos de la bomba. Además, dos técnicos de Sarvodaya han visitado el proyecto de la bomba en China para familiarizarse con las técnicas de perforación a bajo costo.

De la fabricación al mantenimiento, la bomba de Sarvodaya ha tenido un éxito rotundo en Sri Lanka.

Encrucijadas internacionales

En mayo de 1988 se alcanzó un hito en el largo camino transitado por el mundo en desarrollo hacia la producción de tecnologías probadas de bombas manuales realmente locales. En la Universidad de Malaya se ha inaugurado un nuevo centro de investigación y capacitación con miras a la difusión de la tecnología fabril de bombas manuales. Sus primeros 3 años de operación están financiados por el CIID.

Este centro regional de excelencia sirve a las necesidades técnicas de los especialistas del abastecimiento de agua y de los fabricantes de bombas manuales del gobierno, del sector privado y de las ONG. Dado que esta miríada de personas está esparcida por el mundo en desarrollo, la División de Ciencias de la Información del CIID ha acordado apoyar la prueba y evaluación de una red "telemática" para asegurar buenas comunicaciones. Este sistema computarizado facilitará el intercambio de información técnica, incluso gráficos, al centro de capacitación y a sus clientes. Para complementar esta red de información se ha editado un boletín llamado *Waternet News*. El ingeniero malasio que ha perfeccionado la bomba manual de CPV UNIMADE y dirige el nuevo centro ha concebido una red internacional autónoma de proyectos de bombas manuales que comenzaría a funcionar cuando la financiación del CIID llegue a su fin dentro de algunos años.

Otra tecnología prometedora de bombeo o extracción de agua financiada por el CIID es un sólido dispositivo llamado "hydram" o pistón hidráulico con sólo dos partes

móviles: se trata de una tecnología simple que data de dos siglos. Esta bomba de pistón hidráulico funciona con energía renovable: la energía cinética producida por el flujo de una corriente a un nivel inferior. A medida que el agua corre por el pistón hidráulico, una pequeña porción del flujo se desvía a través del tubo a un nivel más elevado.

Algunos pistones hidráulicos instalados en Africa oriental han estado funcionando desde hace más de 50 años. Sin embargo, los modelos comerciales modernos son costosos y existe una tendencia creciente para diseñar pistones hidráulicos más pequeños, más ligeros y menos caros que puedan ser fabricados en los países en desarrollo.

Con el apoyo del CIID, los equipos de investigación en Uganda y Tanzania están colaborando en este sector. Han llevado a cabo inventarios de bombas de pistón hidráulico en sus respectivos países y, equipados con mapas hidrológicos y topográficos, han identificado corrientes de flujo continuo adecuadas para nuevas instalaciones. Se está desarrollando un modelo computarizado de rendimiento del pistón hidráulico para ayudar a diseñar nuevos pistones

Bomba de pistón líquido accionada por energía solar

Investigadores de Ghana, Africa Occidental, están diseñando un modelo de "bomba de pistón líquido" accionada por energía solar. Funciona sobre el principio de que un fluido (en este caso, freón) puede producir energía mecánica útil cuando se vaporiza y condensa repetidamente.

La bomba consiste en un cilindro compuesto por una cámara alta y otra baja, separadas por una membrana plástica flexible. La cámara alta se llena con freón, líquido que se evapora a una temperatura más baja que la del agua. En el freón se encuentran sumergidos un serpentín de evaporización que hace circular agua caliente y un serpentín condensador para agua de refrigeración. Un colector de radiación solar hace accionar el sistema calentando el agua en el serpentín de evaporización. La cámara baja contiene el agua que se bombea. El sistema tiene una válvula de charnela o de mariposa para hacer correr el agua desde el alimentador y otra para hacerla llegar al tanque de almacenamiento elevado.

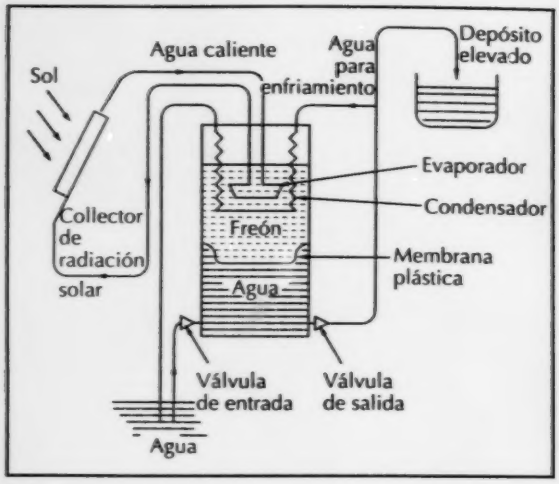
Uno de los ciclos de la bomba funciona del siguiente modo:

1. El colector de radiación solar calienta el agua en el serpentín condensador haciendo que circule libremente.
2. El freón líquido se calienta y comienza a evaporarse y expandirse.
3. Al aumentar la presión de la cámara, la membrana de plástico flexible desciende, provocando que el agua de la cámara baja corra a través de la válvula de charnela de salida (la válvula de entrada permanece cerrada).
4. Cuando el nivel del freón líquido desciende a un nivel inferior al del fondo del serpentín del evaporizador, la evaporación cesa.
5. Entretanto, el agua de refrigeración que corre a través del serpentín del condensador hace que el freón comience a condensarse nuevamente y pase al estado líquido.
6. Al disminuir la presión de la cámara, la membrana asciende extrayendo el agua de la fuente principal a través de la válvula de entrada (la válvula de salida permanece cerrada).

El ciclo se repite continuamente dando a la membrana un movimiento ondulatorio y haciendo correr al agua al tanque de almacenamiento (véase diagrama al lado opuesto).

hidráulicos que puedan ser fabricados localmente a bajo costo. Se invitará a líderes de la aldea a inspeccionar los nuevos diseños en acción en un sitio de demostración y prueba cerca de Entebbe, Uganda.

El CIID está financiando asimismo el desarrollo de una bomba de pistón líquido alimentada por energía solar altamente experimental, en la Universidad de Ciencia y Tecnología en Kumasi, Ghana (véase la sección de recuadro). Si tiene éxito, esta tecnología podría ayudar a Ghana a encauzar su abundante energía solar disminuyendo por consiguiente la dependencia del país de la electricidad y de los combustibles fósiles.



Estructura del prototipo de bomba de pistón hidráulico.

La bomba de pistón líquido tiene una importante ventaja sobre la bomba de pistón sólido tradicional: no es necesario que el cilindro de la bomba sea de maquinado de precisión. Esto significa que los pequeños talleres mecánicos locales deberían ser capaces de fabricar el aparato de una manera bastante fácil. Un reto importante para los investigadores es diseñar recolectores solares suficientemente eficaces para hacer funcionar la bomba. Las escuelas y hospitales rurales requieren un buen abastecimiento de agua inocua y se beneficiarán de la introducción de la bomba solar de pistón líquido. Esta podría ser utilizada para bombear agua subterránea o agua de lluvia recolectada en tanques de almacenamiento elevados, lo que impediría la contaminación del agua y que el abastecimiento a los edificios se efectuara por gravedad.

Viento, sol y agua

La División de Ciencias de la Salud del CIID está financiando actualmente un proyecto de bombas accionadas por el viento o bombas eólicas para abastecer de agua potable a Panamá. El equipo de investigación está examinando la ejecución técnica y la aceptabilidad social de un modelo de bajo costo diseñado localmente. Sin embargo, antes de promover esta tecnología, los investigadores quieren asegurarse de que sea realmente apropiada para las comunidades locales.

El Senegal es un país soleado y cálido, con muy poca precipitación pluvial. A menudo, la población rural no tiene agua suficiente ni para la agricultura ni para uso doméstico. Actualmente, cerca de 20 pozos profundos del país están equipados con bombas eléctricas de acción solar, una tecnología diseñada por los ingenieros que las instalaron con miras a mecanizar el abastecimiento de agua rural sin tener que recurrir a la costosa energía del diesel.

Lamentablemente, sólo algunas de estas bombas siguen funcionando todavía. La razón de ello es que no se consultó adecuadamente a los usuarios rurales y no existía un plan preliminar adecuado de reparaciones y mantenimiento.

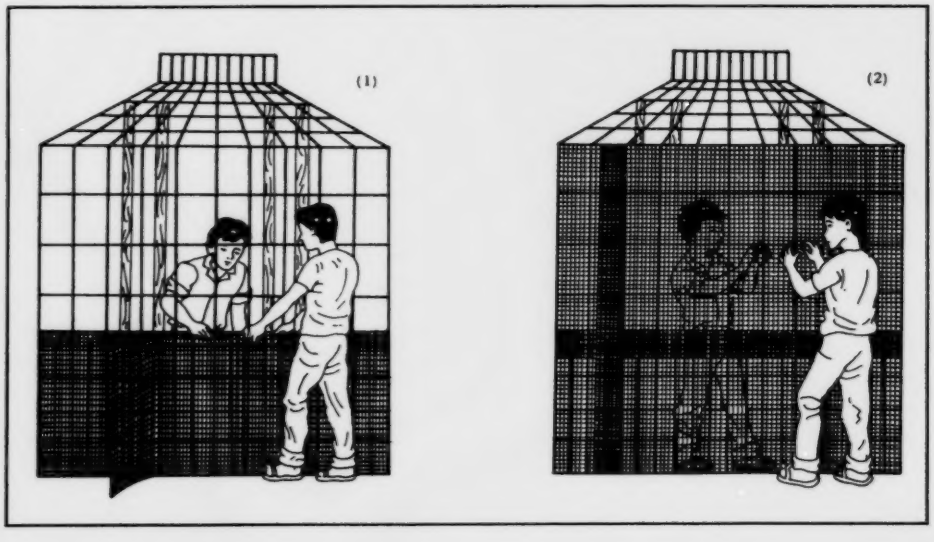
Con objeto de mejorar la posibilidad de éxito de dicha tecnología en el futuro, los investigadores energéticos senegaleses están diseñando actualmente un conjunto de directrices y procedimientos para la localización e instalación correctas de bombas solares. Estas directrices asegurarán que tanto los factores sociales como técnicos sean apropiamente evaluados antes de tomar decisiones. El proyecto esta financiado conjuntamente por las divisiones de Ciencias Agrícolas, Alimentos y Nutrición y la de Ciencias de la Salud.

El agua de lluvia y el cemento

En muchos países la capa freática es demasiado profunda para que las bombas manuales sean eficaces y, en primer lugar, las gruesas capas de roca hacen que la perforación de pozos sea poco práctica. A veces la captación de agua de lluvia ofrece una alternativa interesante. Comparado con el agua de superficie o el agua de pozos artificiales, el agua de lluvia está relativamente libre de contaminantes químicos y microbiológicos, de modo que se puede beber sin peligro. Pero el techo y canalón de recogida de los que se recoge el agua de lluvia y el recipiente en que se la almacena, deben mantenerse limpios.

En el transcurso de los años, el CIID ha financiado una cantidad de proyectos de investigación sobre la captación

Ilustración tomada de un manual filipino de construcción de tanques de ferrocemento para la recogida de agua de lluvia.



de agua de lluvia en Africa y Asia. Un proyecto recientemente terminado en la isla de Capiz en Filipinas ha demostrado que el ferrocemento — tela metálica cubierta con delgadas capas de mortero — constituye una tecnología excelente y además económica para construir cisternas de agua de lluvia. La Capiz Development Foundation, Inc., una ONG comunitaria, ha sido pionera en el uso de los tanques de agua de lluvia de ferrocemento en las Filipinas. La fundación está preparando ahora la difusión de esta tecnología en otras islas del archipiélago y otros países asiáticos. Se están realizando negociaciones con la ACDI para crear un importante centro de capacitación de ferrocemento en Capiz para este fin.

Las divisiones de Comunicaciones y de Ciencias de la Salud del CIID han realizado conjuntamente una evaluación del éxito del proyecto de Capiz. Han apoyado o financiado el diseño y la producción de un manual ilustrado para la construcción y mantenimiento de tanques de agua de lluvia hechos de ferrocemento. La obra fue llevada a cabo por Kabalikat Ng Pamilyang Pilipino, una ONG local de las Filipinas, con experiencia en las comunicaciones. El manual, junto con carteles y folletos de promoción de esta tecnología, fue publicado en los idiomas Tagalog e Ilongo.

A pesar de la buena reputación del agua de lluvia como agua potable, existe el riesgo de contaminación durante la recogida y el almacenamiento. Los materiales usados para construir los canalones de recogida de aguas de lluvia, el techo de recogida y los recipientes de almacenamiento, por ejemplo, podrían afectar adversamente la calidad del agua. La Universidad de Khon Kaen en Tailandia ha recibido un subsidio del CIID para examinar este problema y otros factores que conducen a la contaminación bacteriológica y química del agua de lluvia recogida.

Aprovechando la niebla costera

Como la lluvia, la niebla es humedad atmosférica con buen potencial como fuente de agua potable. Irónicamente, la costa desértico-montañosa de Chile y Perú, donde casi nunca llueve, se caracteriza por densas nieblas diarias que penetran en tierra firme provenientes del Océano Pacífico. Aquí, un equipo de investigadores chilenos y canadienses han logrado grandes progresos en la explotación de este novedoso recurso para recoger agua. Muchas pequeñas aldeas de pescadores en esta región carecen de un abastecimiento adecuado de agua potable. Por ejemplo, en la aldea chilena de Caleta Chungungo, los aldeanos pagan un precio muy alto para tener agua de fuente, a menudo contaminada, transportada semanalmente en camión desde una distancia de 50 km.

El equipo de investigación, financiado por la División de Ciencias de la Tierra e Ingeniera del CIID, ha recibido

Explotando los recursos geográficos: con ayuda de mallas de nilón se extrae agua de las "camanchacas."

Atrapando niebla en la costa chilena.

estímulo de los estudios realizados sobre el agua potencial de las "camanchacas," nombre que reciben allí las nieblas. En las laderas montañosas, justo fuera de Caleta Chungungo, los científicos han instalado gigantescas redes de nilón de 12 m de largo por 4 m de alto para extraer agua. Hasta la fecha los resultados indican que el abastecimiento de agua de la aldea podría aumentarse 8 veces, con un costo 5 veces menor al del agua transportada en camión. Aun cuando los investigadores no hayan finalizado sus experimentos, los aldeanos ya están utilizando la nueva fuente de manera no oficial. En consecuencia, su abastecimiento de agua ha mejorado considerablemente.

PRUEBA Y TRATAMIENTO

Con el fin de alcanzar los objetivos de la Década del Agua de las Naciones Unidas, las comunidades rurales del mundo están trabajando en colaboración con los gobiernos, las ONG y otros organismos de desarrollo para instalar nuevos pozos, bombas y sistemas de recogida de agua de fuentes y agua de lluvias, así como para mejorar los sistemas antiguos. Sin embargo, todo este esfuerzo será inútil a menos que se proteja a estas fuentes de agua de la contaminación.

Los países del Tercer Mundo tienen suficiente espacio para laboratorios, equipo, suministros químicos o personal capacitado para llevar a cabo pruebas refinadas sobre la calidad del agua realizadas de manera rutinaria en el mundo industrializado. Debido a esto, a menudo solamente un brote serio de enfermedades causadas por el agua presiona a los funcionarios para que tomen medidas —

actitud comparable a la de cerrar la puerta del establo después que el caballo se ha desbocado. Aun cuando los recursos técnicos estén disponibles, el transporte diligente de las muestras de agua a los laboratorios todava constituiría un obstáculo. Más aún, el mero número o cantidad de pozos individuales y otros puntos de agua que se deben probar indudablemente abrumaría o sobrecargaría las instalaciones.

Normas rigurosas

Por una variedad de razones, los países en desarrollo tienen dificultades en satisfacer las normas internacionales de calidad microbiológica y química del agua. Si se adhiriesen a ellas, se deberían cerrar muchas fuentes de agua de las que depende la población rural. Por ejemplo, en un estudio sobre la calidad del agua realizado hace algunos años en el distrito de Cochabamba en Bolivia, el 60% de las muestras de agua recogidas de las fuentes de agua rural no se ajustaban a las normas bacteriológicas.

Normalmente la calidad microbiológica del agua está determinada por la prueba de un grupo de organismos conocidos como coliformes. En particular, la presencia de coliformes fecales — bacterias que se encuentran generalmente en los intestinos y excremento de los seres humanos y otros animales — es una señal de peligro para las autoridades de salud pública. Señalan la posibilidad de que el agua pueda contener también organismos que causan enfermedades (ver recuadro sobre enfermedades causadas por el agua). Las pruebas estándares para detectar los bacilos coliformes están basadas en tecnologías relativamente refinadas y costosas, requiriendo a menudo muestras de agua que deben ser incubadas durante un largo período. Actualmente se está produciendo, con el apoyo del CIID y teniendo como objetivo al mundo en desarrollo, una nueva prueba más rápida, más simple y menos costosa.

Aunque sólo indirectamente, la turbidez del agua causada por la presencia de sedimentos también incide sobre la potabilidad. Minúsculas partículas suspendidas pueden actuar de caldo de cultivo para las bacterias y los virus, dificultando su detección y haciéndolos resistentes a los desinfectantes tales como el cloro.

Equipo de pruebas apropiado

Con la ayuda del respetado Instituto Nacional de Investigación del Agua (NWRI), dependencia del Ministerio del Ambiente de Canadá, una red de investigadores en Brasil, Chile, Egipto, Malasia, Marruecos, Perú, República de Singapur y Tailandia está desarrollando un nuevo equipo de pruebas bacteriológico. Más que concentrar su objetivo en los coliformes, el nuevo equipo de pruebas identifica la

presencia y cantidad de colífagos. Estos organismos acompañan y hacen presa de los coliformes. La gran ventaja de esta tecnología es que no requiere ni un equipo refinado ni un laboratorio.

Los investigadores están formulando asimismo un sistema de clasificación del agua más realista que toma en consideración las condiciones sanitarias en la misma fuente. El sistema permitirá a las autoridades hidrológicas clasificar las fuentes de agua de acuerdo con su peligro para la salud. El puntaje — quizá en una escala de 1 a 4 — podría combinar los resultados de las pruebas de colífagos con los factores sanitarios observados directamente en los sitios (por ejemplo, si los pozos de aldea están cerrados adecuadamente o localizados a suficiente distancia de las letrinas).

Los especialistas de abastecimiento del agua han citado casos en los países en desarrollo en los que ministerios de

Algunas de las principales enfermedades causadas por el agua

El *cólera* es una enfermedad muy contagiosa y a veces fatal. Caracterizada por la diarrea y otros síntomas gastrointestinales y causada por la bacteria *Vibrio colerae*, su período de incubación varía, pero normalmente es de tres días. El cólera tiene carácter endémico en toda la región del sur y sureste de Asia.

La *fiebre tifoidea* es asimismo una enfermedad muy contagiosa y algunas veces fatal. Esta enfermedad se caracteriza por la fiebre, diarrea, dolor de cabeza, inflamación intestinal y manchas rosáceas sobre el abdomen, y es causada por la bacteria *Salmonella typhi*. El largo período de incubación de varias semanas a veces hace que sea difícil determinar con precisión la fuente y el período de infección. Una persona infectada puede seguir siendo portadora aún después de recuperarse de su enfermedad.

La *disentería bacilar*, también llamada shigellosis, es causada por un grupo de la familia de bacterias *Shigella*. Caracterizada por una inflamación aguda o crónica del colon y con un período de incubación de 4 días o menos, esta enfermedad es una de las principales causas de mortalidad entre la población juvenil o débil donde el saneamiento es inadecuado.

La *disentería amibiana* puede causar diarrea o estreñimiento y es raramente fatal. La persona infectada pierde su apetito y tiene dolores abdominales, con sangre y mucosidades en las heces. Causada por organismos unicelulares o protozoos llamados *Entamoeba histoltica*, que adoptan la forma de quistes para protegerse, esta enfermedad puede persistir ya que la víctima continúa actuando como portadora durante años expeliendo el microorganismo en las heces.

La *poliomelitis*, conocida simplemente como polio, es una enfermedad incapacitante causada por un virus acuático. Los síntomas de la polio incluyen fiebre, dolor de cabeza, molestias gastrointestinales y rigidez del cuello y de la espalda. La enfermedad ataca al sistema nervioso central causando la parálisis de los miembros inferiores; tiene un período de incubación normal de 1-2 semanas. Los niños de 1 a 16 años de edad son más susceptibles a esta enfermedad que los jóvenes y adultos mayores de 16 años.

La *hepatitis infecciosa*, una enfermedad muy contagiosa y algunas veces fatal, es también causada por virus. Los síntomas de esta enfermedad son fiebre, náusea, pérdida de apetito, vómitos, fatiga, dolor de cabeza, desasosiego, y confusión mental; algunas veces la hepatitis infecciosa termina en coma. El hígado se agranda y la piel y los blancos de los ojos se vuelven amarillentos. Habitualmente con un perodo de incubación de algo más de 3 semanas, la hepatitis infecciosa se trasmite de varias maneras, incluso consumiendo agua y alimentos contaminados.

salud pública concienzudos han estudiado la calidad del agua rural llevando a cabo las pruebas microbiológicas tradicionales. Los resultados se registraban manualmente en formularios de laboratorio que luego se abandonaban para que acumularan polvo en oficinas públicas. La razón de no haber realizado los análisis de datos necesarios y el control, no se debía a una falta de interés o de recursos, sino simplemente a la enorme magnitud de los datos. El nuevo equipo de pruebas de colífagos promete suministrar a los países en desarrollo una nueva y abundante fuente de ese tipo de información. ¿Qué es lo que entonces se podría hacer para eliminar el síndrome de "datos polvorientos"? ¿Qué pueden hacer los gobiernos para asegurar que los nuevos datos contribuyan finalmente a mejorar la calidad del agua para los aldeanos?

Un equipo de investigación de Malasia, integrado por personal del Ministerio del Ambiente y de la Universidad de Malaya, está trabajando actualmente con el NWRI de Canadá para resolver este problema con la ayuda de microcomputadoras. Este trabajo está apoyado conjuntamente por las divisiones de Ciencias de la Salud y Ciencias de la Información del CIID. El objetivo de este proyecto de gestión de datos, altamente innovador, es el de producir un paquete de programación beneficioso a bajo costo para los organismos de países en desarrollo que controlan la calidad del agua. Está basado en la programación actual llamada RAISON, concebida y redactada por el NWRI para el control de la lluvia ácida en Canadá.

Los Ministerios de Salud deberían tener en cuenta este procedimiento para analizar el agua porque es simple, rápido y barato

El sistema adoptado permitirá a los usuarios mantenerse al corriente de todos los resultados de las pruebas de colífagos y producirá mapas e informes computarizados sobre varias características del abastecimiento de agua de un país. La programación cuenta con un modelo matemático para clasificar fuentes de agua de acuerdo con el sistema de clasificación de peligros anteriormente mencionado, lo que reforzará especialmente al sistema.

Este proyecto promete brindar fácilmente a las autoridades malasias una información oportuna sobre las numerosas fuentes de agua rural en el país. Gracias al mismo, podrán identificar los puntos problemáticos que pueden requerir la descontaminación o la protección, así como decidir dónde deberá llevarse a cabo tareas de mantenimiento y dónde deberán instalarse nuevos sistemas hidrológicos. Si el sistema tiene éxito, será difundido a otros países interesados.

Purificación a bajo costo

En lo que respecta al tratamiento del agua para asegurar potabilidad, los sistemas de agua centralizados y por tubería en las ciudades tienen la ventaja de la

economía de escala. Sin embargo, en regiones rurales una fuente única de agua tal como un pozo o una corriente solamente puede servir para una pequeña aldea o apenas algunas familias. En este ambiente, los métodos de desinfección estándar, tales como hacer hervir el agua o ponerle cloro, pueden requerir demasiado tiempo, ser demasiado costosos o estar reñidos con las prácticas locales.

En los últimos años, el CIID ha financiado muchas actividades de investigación para desarrollar métodos alternativos del tratamiento de agua con miras a solucionar las necesidades locales. Por ejemplo, hace ya mucho tiempo se sabe que la radiación ultravioleta (UV) puede matar a las bacterias en el agua potable. Las unidades de desinfección que usan lámparas UV se pueden comprar en países industrializados, pero son demasiado costosas para los países en desarrollo. Los investigadores en Tailandia y Líbano han recibido subsidios del CIID para investigar el uso de la luz UV del sol para desinfectar el agua.

En la India, las enfermedades relacionadas con el agua causan un 80% de los problemas de salud pública. Un método económico de tratamiento del agua podría solucionar esta situación. El Indian Institute of Technology (instituto hindú de tecnología) de Kanpur ha demostrado que la ceniza producida al quemar cáscaras de arroz (un producto residual abundante en las granjas de arroz hindúes) puede ser mezclada con cemento y agua para producir filtros de agua económicos. El CIID está financiando actualmente un proyecto, en colaboración con el Tata Research Development and Design Centre (centro de investigaciones de desarrollo y diseño Tata) en Pune, India, con el fin de diseñar y probar dichos filtros para uso doméstico. Los resultados de esta obra serán de interés para los otros países productores de arroz.

El instituto también ha otorgado fondos para investigar, en cooperación con la Universidad de Ottawa, el uso de

Ensamblando destiladores solares en el desierto de Kalahari en Botswana.

carbón bituminoso en los filtradores de agua domésticos. Pruebas anteriores señalaron que el carbón tiene buen potencial para eliminar del agua bacterias y virus causantes de enfermedades.

Otros métodos de tratamiento del agua que se están investigando con el apoyo de la División de Ciencias de la Salud del CIID incluyen la filtración de la arena en Tailandia y los hipoclorinadores para su uso en Bolivia. Los investigadores en la India están también experimentando con un extracto de semillas del árbol Theythancottai como medio de eliminar por coagulación los sólidos suspendidos en el agua.

Finalmente, se debe mencionar el desarrollo en Botswana de alambiques o destiladoras solares en pequeña escala para eliminar la sal del agua de pozos de sondeo en el desierto de Kalahari. Las comunidades aisladas de ese país seco disponen sólo de una fracción del agua dulce que necesitan para su salud y bienestar. El agua de pozos de sondeo es a menudo salina y si se bebe regularmente causa serios problemas de salud.

Un equipo del Rural Industries Innovation Centre (RIIC, centro de innovación de industrias rurales) en Botswana diseñó y construyó pequeñas estructuras similares a invernaderos compuestas de vidrio y fibra de vidrio. Se vierte agua salina en la base de fibra de vidrio del alambique que es calentado por los ardientes rayos solares del desierto. El agua se evapora y se condensa en las cubiertas de vidrio. El agua potable destilada resbala por el vidrio a una cubeta y fluye a un recipiente de almacenamiento. Entretanto la sal queda en la base del alambique. El éxito que ha logrado este proyecto en remotas aldeas de Botswana ha inducido a otros países africanos a solicitar la colaboración del RIIC con miras a difundir esta tecnología.

PELIGROS DEL AGUA DULCE

El agua en movimiento es una fuerza poderosa que literalmente puede mover montañas. Entre sus manifestaciones más dramáticas — aquellas que son peligrosas para la vida humana y la propiedad — se pueden citar las inundaciones, los desprendimientos de tierra, y la erosión del suelo. El flujo natural del agua sobre la tierra y la tierra que arrastra a terrenos más bajos o incluso hasta el mar, constituyen parte de la evolución geológica natural de nuestro planeta. Sin embargo, en todo el mundo la actividad humana ha acelerado la erosión del suelo con consecuencias catastróficas. Algunas de las causas de este

proceso son el crecimiento de las poblaciones humana y animal, las prácticas destructivas de cultivo y pastoreo, así como la desforestación por la tala.

China, con más de mil millones de habitantes, sigue siendo en su mayor parte una nación agrícola. Algunas regiones están seriamente amenazadas por la erosión del suelo, un problema que ha preocupado al gobierno desde las postrimerías de la década de 1950, y respecto al cual se ha logrado algún éxito. La erosión del suelo reduce la productividad agrícola y socava el desarrollo portuario y la navegación de los canales fluviales debido a la sedimentación o entarquinamiento, provocando también que los ríos se desborden produciendo inundaciones que ponen en peligro la vida de seres humanos y animales.

La montañosa provincia de Guangdong en el sur de la China ha sido particularmente castigada. Aproximadamente una tercera parte de los 110 condados de la provincia presenta regiones erosionadas de más de 100 km^2. Se han tratado de llevar a cabo numerosas medidas preventivas, por ejemplo la plantación de árboles y otros tipos de vegetación, la construcción de presas de retención y canales de desvío del agua, así como la utilización de terrazas. En algunos casos estas medidas han dado resultado; en otros no. La raíz del problema es una falta de comprensión científica de cómo estas acciones reducen los efectos de la erosión.

La División de Ciencias de la Tierra e Ingeniera del CIID está apoyando un importante proyecto en la provincia de Guandong para investigar la erosión de suelos. Los científicos del Instituto de Geografía en Guangzhou, China, y la Universidad de Toronto en Canadá están examinando las causas y el impacto biofísico y socioeconómico. El programa de investigación conjunto incluye el control de la precipitación pluvial, la humedad del suelo, el agua subterránea, el flujo terrestre y otros factores relacionados con la erosión. Se evaluará asimismo el impacto de las actuales medidas de control de la erosión. El resultado más significativo de estos trabajos consistirá en recomendaciones para mejorar la administración de la tierra.

Aprovechando al máximo los beneficios del radar

La provincia china de Gansu recibe el azote frecuente de inundaciones o riadas y granizos que dañan gravemente las cosechas de trigo, maíz y mijo. Reconociendo el problema, el Instituto de Lanzhou ha estado utilizando la tecnología meteorológica radárica estándar para estudiar la estructura y distribución de estos fenómenos meteorológicos sorpresivos para que puedan ser pronosticados. Sin embargo, los radares no están equipados con sistemas digitales de registro y análisis computarizado. Dichos sistemas mejorarían el rastreo de las formaciones de nubes

y, a su vez, mejorarían la velocidad y exactitud de los pronósticos de las tormentas y de las inundaciones.

Un proyecto conjunto del CIID entre el Instituto de Lanzhou y la Universidad McGill de Montreal ofrece a los chinos la oportunidad de mejorar su sistema radárico y desarrollar la experiencia necesaria en el análisis computarizado. Este proceso mejorará la predicción no solamente de las tormentas perjudiciales, sino también de la precipitación pluvial en general. En consecuencia, debería mejorar también el manejo de los recursos hidráulicos, especialmente para la irrigación.

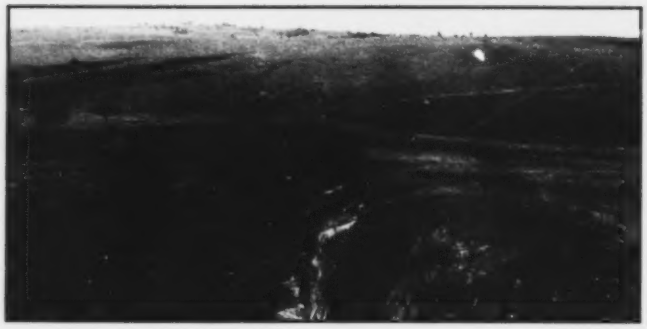
Recientemente la División de Ciencias de la Información del CIID acordó financiar un importante proyecto relacionado con las inundaciones en la China meridional. El subsidio permitirá al Laboratorio de Recursos y Sistema Informático Ambiental establecer un banco de datos geográfico sobre la región del lago Donting, una fértil región agrícola muy vulnerable a las inundaciones. El sistema computarizado incluirá datos topográficos, meteorológicos e hidrológicos, así como mapas de información sobre la disponibilidad de materiales de auxilio. El personal del proyecto desarrollará un método para actualizar la información utilizando técnicas y datos de teledetección. En el futuro, cuando ocurran inundaciones, este sistema computarizado ayudará a mejorar la eficacia del control y manejo de los daños. Otro resultado muy práctico del proyecto será la producción de un atlas regional que tendrá unos 70 mapas temáticos.

En Swazilandia se utilizan barreras de piedra y troncos contra la erosión.

Aberturas en la montaña

Los problemas de erosión del pequeño reino montañoso de Swazilandia, en Africa meridional, son similares a los de la China meridional. El flujo de agua a través de laderas degradadas ha tallado enormes hondonadas en el paisaje. Estas "dongas" son en gran parte el resultado de la actividad humana. Los agricultores limpian y cultivan la tierra y luego dejan allí su ganado (a menudo demasiado numeroso) para pastar. Al desaparecer gran parte de la capa vegetal, el agua arrastra fácilmente el frágil suelo. Los acuíferos pierden el agua por acción de las "dongas" y, debido a la creciente escorrentía no se vuelven a llenar tan rápidamente, lo que disminuye la cantidad de agua subterránea potable disponible para los aldeanos locales. Las aguas abajo el sedimento obstruyen los arroyos, ríos y canales o alcantarillas y debilitan los cimientos de las carreteras y los puentes.

Un equipo de investigadores swazi-canadienses está examinando ahora más detenidamente las causas de las "dongas" y de cómo afectan al régimen de las aguas. Se espera encontrar soluciones adecuadas que pongan fin a este deterioro alarmante del ecosistema de Swazilandia.



Las dongas o corrientes de agua arrastran sedimentos a estratos más bajos del terreno, bloqueando ríos y arroyos.

Causa y efecto: la utilización excesiva de los pastos y las dongas.

Finalmente, el CIID está financiando una empresa conjunta boliviano-canadiense para comprender los graves y preocupantes problemas de las inundaciones. La región de gran altura del "altiplano" boliviano tiene un clima subtropical y semiárido con una precipitación anual muy irregular. En las últimas tres décadas la variación de las precipitaciones pluviales se ha vuelto extrema, con períodos de precipitación intensos y frecuentes, así como con períodos de sequía. Este cambio climático está causando graves inundaciones en la cuenca de desagüe del altiplano — una zona minera y agrícola intensamente poblada. Los niveles del agua del río Desaguadero y de los lagos Titicaca y Poopo han aumentado, y desde 1960 se han formado dos nuevos lagos. En los últimos años las inundaciones han dañado grandes extensiones de tierras agrícolas, destrozando miles de casas y forzando la evacuación de comunidades enteras.

Lamentablemente, al no existir una comprensión científica del sistema hidrológico cambiante de la región, es imposible concebir medidas eficaces contra la inundación o estrategias sobre la conservación y administración del agua. Los científicos de la Universidad Laval de Quebec, Canadá, con el apoyo del CIID, están colaborando con sus contrapartes de la Universidad Mayor de San Andrés en La Paz y de la Universidad Tecnológica de Oruro para brindar esta información y proponer medidas concretas para controlar la inundación. Esta clase de trabajo científico pionero es un primer paso necesario para rehabilitar las tierras situadas a lo largo del río Desaguadero. Sin esta labor, la región quedará a merced de este desconcertante cambio de clima y geografía.

INFORMACIÓN PARA ESPECIALISTAS

El conocimiento científico y técnico no es estático, si bien es cierto que los amplios modelos conceptuales o "paradigmas" que orientan la investigación diaria

solamente pueden cambiar una vez en una generación. Sin embargo, dichos paradigmas dan lugar a un constante acrecentamiento de resultados: nuevos enigmas, correcciones de teorías, aplicaciones nuevas, innovaciones técnicas y advertencias sobre los callejones sin salida en la azarosa trayectoria hacia el conocimiento.

La tarea del científico de la información es la de organizar y hacer accesibles dichos resultados, especialmente las innovaciones. Sin una información actualizada, se repite el trabajo hecho anteriormente y los callejones sin salida decepcionan a otros ingenieros hidráulicos o a diseñadores de bombas manuales inexpertos. La "emergencia" crónica del abastecimiento de agua en el mundo en desarrollo exige un rápido acceso a la información sobre tecnologías apropiadas y probadas.

Las redes en América Latina

Mucho antes del comienzo de la Década del Agua de las Naciones Unidas, la División de Ciencias de la Información del CIID desempeñaba, por así decir, el papel de partera internacional en la creación de centros y redes de información para satisfacer las necesidades de los especialistas del agua. A mediados de la década de 1970, la División apoyó el diseño, creación y operación de la Red Panamericana de Información y Documentación en Ingeniería Sanitaria y Ciencias Ambientales (REPIDISCA). Con sede en el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS) en Lima, Perú, esta red cuenta actualmente con 135 centros miembros que colaboran en 14 países de América Latina y el Caribe. Los Centros identifican y seleccionan documentos tales como libros, periódicos, informes técnicos, tesis, documentos de trabajo, conclusiones de la investigación, y presentaciones a congresos. Describen y analizan el contenido de cada artículo y someten la información al banco de datos bibliográfico de la red. REPIDISCA es un buen ejemplo de información eficaz que se comparte al nivel regional y se están realizando esfuerzos para reproducir el concepto en Africa y Asia.

Una vez que REPIDISCA comenzó a funcionar plenamente, el CIID dejó de prestar su apoyo directo. Sin embargo, a nivel nacional el CIID continúa brindando asistencia a los organismos de información que deseen adherirse a la red nacional. Dichos proyectos se están llevando a cabo en Argentina, Guatemala, Nicaragua y Perú.

Los países africanos y asiáticos también están comenzando a utilizar las redes de información en los sectores del agua y el saneamiento. En Africa occidental, por ejemplo, el CIID está apoyando el centro de documentación del Comité interafricain d'études hydrauliques (CIEH, comité interafricano de estudios

hidráulicos), con sede en Burkina Faso. Además de reforzar las operaciones del Centro, el proyecto establecerá un sistema de información del agua y del saneamiento que servirá a otros países de Africa occidental y central.

La Asian Alliance of Appropriate Technology Practitioners (APPROTECH, alianza Asiática de practicantes de la tecnología apropiada), con sede en las Filipinas, tiene 38 miembros de ONG en ocho países. Todos participan en el trabajo de desarrollo rural y necesitan tener acceso a la información pertinente sobre el abastecimiento del agua y del saneamiento. APPROTECH ha recibido un subsidio del CIID para establecer un sistema de información que llene esta necesidad. Se está recolectando, organizando y difundiendo información producida por los miembros de la alianza. El proyecto producirá asimismo una guía de los proyectos de agua y saneamiento de la red, un registro de expertos y una bibliografía de la tecnología apropiada.

En Sri Lanka, las ONG desempeñan también un papel importante en los proyectos de agua comunitarios. Se está utilizando un subsidio del CIID otorgado a la Junta Nacional de Abastecimiento de Agua y Drenaje para establecer un centro de documentación del agua y del saneamiento. Este centro servirá como centro de información de una red nacional de trabajadores de campo de ONG, personal universitario y empleados públicos. En Indonesia se encuentra en proceso de realización un proyecto similar a nivel gubernamental.

Algunas de las publicaciones sobre el tema del agua financiadas por el CIID.

Palabras claves sobre el agua

Uno de los productos más recientes de la obra apoyada por el CIID es el *Interwater Thesaurus*. Publicado en 1988 por el International Reference Centre for Community Water Supply and Sanitation (IRC, centro internacional de referencia para el suministro de agua y saneamiento a la comunidad) en los Países Bajos, proporciona una lista estructurada multilingüe de palabras claves utilizadas para indizar y clasificar documentos sobre abastecimiento del agua y saneamiento en el sector rural. Indudablemente esta publicación será de utilidad para los especialistas de informática del agua en los diversos países del mundo y asegurará la uniformidad en el procesamiento y registro de nuevos documentos. En cooperación con el CIID, el IRC ha publicado también *Handpumps: issues and concepts in rural water supply programmes*. Esta publicación (IRC Technical Paper No. 25) trata también varios aspectos del suministro de agua y hace hincapié en que la comunidad participe en todas las fases del proyecto.

Finalmente, el CIID continúa suministrando fondos para la publicación de *Waterlines*, una revista trimestral sobre las tecnologías apropiadas del abastecimiento de agua y del saneamiento. Publicada por la Intermediate Technology Publications Ltd, en Londres, Reino Unido, está

destinada al personal técnico profesional de los países en desarrollo. El subsidio más reciente apoyará la publicación hasta finales de la Década del Agua y permitirá desarrollar una estrategia de comercialización para asegurar su duración en la década de 1990.

La División de Ciencias de la Información está revisando actualmente su programa de información sobre agua y saneamiento, operación que le permitirá asegurar que su asistencia sea cuidadosamente coordinada con los esfuerzos de otros organismos internacionales para el resto de la Década del Agua así como para el futuro.

Conclusiones

El agua constituye una de las materias primas más importantes para la vida, pudiendo ser asimismo ser una fuerza destructiva y terrible que escapa al control humano. La búsqueda de la calidad y cantidad adecuadas de agua dulce y de métodos para controlar su poder natural es un imperativo humano y una preocupación permanente.

El crecimiento explosivo de la población mundial y la industrialización del siglo XX han impuesto demandas y una presión ecológica crecientes sobre nuestro abastecimiento de agua. Cada vez es más difícil proteger el agua del ajetreo humano diario, especialmente en las grandes ciudades del mundo en desarrollo. Esta realidad exige la aplicación de un pensamiento ordenado y soluciones prácticas — en una palabra: investigación y desarrollo.

Los estudiantes se reúnen para aprender la tecnología de los equipos de bombeo en Etiopía.

Durante 18 años el CIID ha apoyado y promovido la obra de científicos y tecnólogos de países en desarrollo; gran parte del trabajo se ha centrado sobre el papel del agua dulce en la vida diaria de la población. En algunos casos, los canadienses han trabajado en colaboración con estos hombres y mujeres. Se han creado nuevos conocimientos y experiencia y se está estableciendo lentamente todo un arsenal de tecnologías del agua apropiadas y eficaces en función de los costos.

En breve, la Década del Agua de las Naciones Unidas llegará a su fin. Si bien sus objetivos optimistas no se han alcanzado completamente, de todos modos se han logrado progresos tangibles. Para millones de personas la Década significa que el agua dulce constituye actualmente un recurso inocuo y fiable más bien que un peligro crónico para la salud. En el contexto mundial, la contribución del CIID ha sido modesta pero significativa. Habrá contribuido a dar a la realización del imperativo humano una base más científica.

Libros y películas

Los siguientes libros y películas tratan de problemas relacionados con el agua. Producidos por la División de Comunicaciones del CIID, los mismos pueden obtenerse dirigiéndose a la sede central (IDRC, P.O. Box 8500, Ottawa, Ont., Canadá K1G 3H9) o a cualquiera de las oficinas regionales del CIID (véase contraportada). Las películas se pueden comprar o alquilar y las publicaciones se distribuyen gratuitamente a los países en desarrollo y se venden a un precio nominal a los países desarrollados. Las publicaciones del CIID también están disponibles en edición microficha.

Libros

Evaluando el impacto en salud: agua, saneamiento y educación sanitaria — J. Briscoe, R.G. Feachen, y M.M. Rahaman, 1987, 84 p., IDRC-248s, $8,00

Para establecer prioridades y asignar fondos racionalmente, las autoridades sanitarias de los países en desarrollo necesitan conocer el impacto que tienen sobre la salud los programas de agua y saneamiento. Esta monografía, patrocinada conjuntamente por la UNICEF y el CIID, resume los resultados de un seminario de 1983 celebrado en Bangladesh bajo los auspicios del Centro Internacional de Investigación de Enfermedades Diarreicas. En la reunión se abordaron varios tópicos, a saber: las

condiciones bajo las cuales se deben emprender las evaluaciones de impacto sobre la salud, indicadores para evaluación de impacto sobre la salud, diseños de estudios y la interpretación de resultados.

Laboratory and field testing of handpumps — Goh Sing Yau, 1985, 138 p., IDRC-TS51e, $10,00

Esta publicación describe los protocolos de laboratorio y pruebas de campo para el polietileno y las bombas CPV. Se incluye un análisis matemático de la bomba aspirante e impelente, un método para optimizar el diseño de conjunto de válvulas, dos programas de computadoras para la adquisición y el tratamiento de datos y formularios estándares para estudios de campo.

Problemas de la mujer en lo que respecta al suministro de agua y saneamiento: intentos para resolver un viejo problema — 1986, 104 p., IDRC-236s, $12,00

Este libro da cuenta de un seminario internacional celebrado en Manila, Filipinas, en septiembre de 1984. Discute los problemas y limitaciones que han reducido la participación de las mujeres en las actividades relativas al agua y al saneamiento. Se identifican los sectores de investigación futura y las maneras de mejorar el papel de las mujeres en los sectores del agua y el saneamiento.

Películas

Artesana de la salud — 1986, 27 min, IDRC, disponible en 16 mm y en video (NTSC y PAL)

Miles de personas mueren todos los días en los países en desarrollo por falta de agua limpia y saneamiento adecuados. Las mujeres y los niños emplean muchas horas cada día en llevar a sus casas el agua a menudo contaminada. Esta película muestra cómo se pueden diseñar, probar y fabricar localmente bombas manuales simples y duraderas para suministrar agua limpia y oportunidades de empleo, y cómo no tener que depender de costosas bombas extranjeras y de sus componentes. La película muestra también cómo las mujeres, que son quienes principalmente acarrean el agua, pueden tomar control del sistema de transporte del agua y de su mantenimiento.

Agua y salud: agua, higiene, saneamiento — 1983, 23 min, IDRC, disponible en 16 mm y en video (NTSC, PAL y SECAM)

En los países en desarrollo, las enfermedades causadas por el agua, tales como el cólera, la tifoidea y la disentería, causan la muerte a miles de personas por día. Las víctimas más frecuentes son los niños. Aun cuando una fuente de agua potable sea inocua, los alrededores contaminados y la falta de higiene pueden infectar el agua, propagando enfermedades. Esta película fue filmada sobre el terreno en

Bangladesh, Kenia, Filipinas, Sri Lanka y Tailandia. Se han utilizado abundantemente los dibujos animados para ilustrar con claridad el progreso de la enfermedad y con el fin de unificar el mensaje de la película para auditorios de diferentes ambientes culturales. Producida en colaboración con la Organización Mundial de la Salud y Oxfam, la película Agua y salud se dirige primordialmente a personal de salubridad y a los ingenieros y técnicos del agua y saneamiento de los países en desarrollo. Es una fuente primordial de información para los formuladores de políticas. Se dispone de una guía del usuario para los casos en que la película se exhiba con fines de educación sanitaria en el mundo en desarrollo.

Agua potable de calidad para todos . . .

Consejo de Gobernadores

Anne-Claude Bernard-Bonnin
Canadá
Albert J. Butros
Jordania
Gelia T. Castillo
Filipinas
Margaret Catley-Carlson
Canadá
Umberto P. Colombo
Italia
Norman T. Currie
Canadá
Ivan L. Head
(Presidente)
Canadá
Gerald K. Helleiner
Canadá
Walter J. Kamba
Zimbabwe
Francis Keppel
EE.UU.
Peter A. Larkin
(Vicepresidente del Consejo)
Canadá
Alexander A. MacDonald
Canadá
Robert C. McGinnis
Canadá
M.G.K. Menon
India
Sadako Ogata
Japón
Jean-Guy Paquet
Canadá
Marie-Josée Pinard
Canadá
Sir Kenneth L. Stuart
Indias Occidentales
Janet M. Wardlaw
(Presidenta del Consejo)
Canadá
Xi Huida
República Popular China
Clara Zomer
Costa Rica

Ejecutivos del Centro

Ivan L. Head
Presidente
Raymond J. Audet
Vicepresidente Recursos
James Mullin
Vicepresidente Programa
Robert Auger
Secretario y Abogado General
Gérald R. Bourrier
Director, Becas
W. Douglas Daniels
Director, Planificación y Evaluación
Antoine Hawara
Tesorero
David Nostbakken
Director, Comunicaciones
J. Allan Rix
Director, Recursos Humanos
Martha B. Stone
Directora, Ciencias de la Información
Mousseau Tremblay
Director, Ciencias de la Tierra e Ingeniería
Anne V.T. Whyte
Directora, Ciencias Sociales
Richard Wilson
Director, Ciencias de la Salud
Hubert G. Zandstra
Director, Ciencias Agrícolas, Alimentos y Nutrición

Directores Regionales

Daniel Adzei Bekoe
Oficina Regional para Africa Oriental y Meridional
IDRC, P.O. Box 62084
Nairobi, Kenia

L. Fernando Chaparro
Oficina Regional para América Latina y el Caribe
CIID, Apartado Aéreo 53016
Bogotá, D.E., Colombia

Jingjai Hanchanlash
Oficina Regional para Asia Suroriental y Oriental
IDRC, Tanglin P.O. Box 101
Singapore 9124
República de Singapur

Fawzy Kishk
Oficina Regional para el Medio Oriente y Noráfrica
IDRC/CRDI, P.O. Box 14 Orman
Giza, Cairo, Egipto

Vijay G. Pande
Oficina Regional para Asia del Sur
IDRC, 11 Jor Bagh
New Delhi 110003, India

Pierre Sané
Oficina Regional para Africa Occidental y Central
CRDI, B.P. 11007, CD Annexe
Dakar, Senegal

CANADA